

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа Природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»
 Отделение Нефтегазового дела

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
«Модернизация оборудования очистных устройств для очистки внутренней полости нефтепровода»

УДК 622.692.4-776-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ71	Шаламов В.В.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Медведев В.В.	д.ф-м.н., профессор		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСНГ	Романюк В.Б.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД	Черемискина М.С.			

Консультант-лингвист

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Забродина И. К.	к.п.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОНД ИШПР	Шадрина А.В.	д.т.н.		

Томск – 2019 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по Основной образовательной программе подготовки магистров
по направлению **21.04.01 «Нефтегазовое дело»**
Профиль подготовки: *Надежность газонефтепроводов и хранилищ.*

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями		
Общие по направлению подготовки 21.04.01 «Нефтегазовое дело»		
P1	Применять естественнонаучные, математические, гуманитарные, экономические, инженерные, технические и глубокие профессиональные знания в области современных нефтегазовых технологий для решения <i>прикладных междисциплинарных задач и инженерных проблем</i> , соответствующих профилю подготовки (в нефтегазовом секторе экономики)	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-6; ПК-7; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-23
P2	Планировать и проводить аналитические и экспериментальные <i>исследования</i> с использованием новейших достижений науки и техники, уметь критически оценивать результаты и делать выводы, полученные в <i>сложных и неопределённых условиях</i> ; использовать <i>принципы изобретательства, правовые основы</i> –в области интеллектуальной собственности	ОК-1; ОК-2; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-6; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-15; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-22; ПК-23
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Проявлять профессиональную <i>осведомленность о передовых знаниях и открытиях</i> в области нефтегазовых технологий с учетом <i>передового отечественного и зарубежного опыта</i> ; использовать <i>инновационный подход</i> при разработке новых идей и методов <i>проектирования</i> объектов нефтегазового комплекса для <i>решения инженерных задач развития</i> нефтегазовых технологий, <i>модернизации и усовершенствования</i> нефтегазового производства.	ОК-1; ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-2; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-18; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23
P4	<i>Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные машины и механизмы</i> для реализации технологических процессов нефтегазовой области, обеспечивать их <i>высокую эффективность</i> , соблюдать правила <i>охраны здоровья и безопасности труда</i> , выполнять требования по <i>защите окружающей среды</i> .	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-3; ПК-6; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-14; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-21; ПК-22
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P5	Быстро ориентироваться и выбирать <i>оптимальные решения в многофакторных ситуациях</i> , владеть методами и средствами <i>математического моделирования</i> технологических процессов и объектов	ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-7; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-17; ПК-20
<i>в области проектной деятельности</i>		
P6	Эффективно использовать любой имеющийся арсенал технических средств для максимального приближения к поставленным производственным целям при <i>разработке и реализации проектов</i> , проводить <i>экономический анализ затрат, маркетинговые исследования, рассчитывать экономическую эффективность</i>	ОК-2; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-7; ОПК-8; ПК-1; ПК-3; ПК-4; ПК-5; ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-10; ПК-11; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-16; ПК-17; ПК-18; ПК-19; ПК-20; ПК-21; ПК-22; ПК-23; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		

<i>Код результата</i>	<i>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</i>	<i>Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон</i>
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя команды, умение формировать задания и оперативные планы всех видов деятельности, распределять обязанности членов команды, готовность нести ответственность за результаты работы	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
P8	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности; активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию и защищать результаты инженерной деятельности	ОК-1; ОК-2; ОК-3; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ПК-6; ПК-11; ПК-12; ПК-13; ПК-14; ПК-15; ПК-23; (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е)
Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»		
P9	Организация технологического сопровождения планирования и оптимизации потоков углеводородного сырья и режимов работы технологических объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.008 Специалист по диспетчерско-технологическому управлению нефтегазовой отрасли
P10	Организация ТОиР, ДО нефте- и газотранспортного оборудования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.013 " Специалист по эксплуатации газотранспортного оборудования"
P11	Повышение надежности, долговечности, эффективности газотранспортного оборудования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.013 " Специалист по эксплуатации газотранспортного оборудования"

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа Природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
 Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»
 Отделение Нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП ОНД ИШПР
 _____ Шадрин А.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ71	Шаламову Владиславу Валерьевичу

Тема работы:

«»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 05.02.2019 г. № 877/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

21.05.2019

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объектом работы является рассмотрение видов, средств и методов очистки магистрального нефтепровода. Работы проводятся на объектах относящихся к технологическим сооружениям повышенной опасности, имеющие большое влияние на окружающую среду и энергозатраты.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. рассмотреть основные технические средства для очистки магистральных нефтепроводов; 2. выявить пути совершенствования конструкций очистных устройств; 3. произвести расчет потерь расхода нефти при проведении очистки. 4. финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5. социальная ответственность; 6. формирование выводов о проделанной работе.
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Романюк Вера Борисовна</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Черемискина Мария Сергеевна</p>
<p>«Иностранный язык»</p>	<p>Забродина Ирина Константиновна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>21.03.2019</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Медведев Валерий Викторович	д.ф-м.н., профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ71	Шаламов Владислав Валерьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ71	Шаламову Владиславу Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет сметной стоимости выполняемых работ по очистке внутренней полости магистрального нефтепровода путем внедрения очистных устройств.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы расхода материалов, тарифные ставки заработной платы рабочих, нормы амортизационных отчислений, нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка налога на прибыль 20 %; Страховые взносы 30%; Налог на добавленную стоимость 20%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения технологий по очистке внутренней полости магистрального нефтепровода.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	График выполнения работ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет экономической эффективности очистки внутренней полости нефтепровода.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Организационная структура управления
2. Линейный календарный график выполнения работ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Романюк В. Б.	к.э.н, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ71	Шаламов Владислав Валерьевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2БМ71	Шаламову Владиславу Валерьевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы (НОЦ)	Отделение нефтегазового дела
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	21.04.01 «Нефтегазовое дело»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика очистных устройств и область их применения.	<i>Очистные устройства предназначены для очистки внутренней поверхности трубопроводов от различных отложений. Применяются на магистральных и технологических трубопроводах.</i>
2. Перечень законодательных и нормативных документов по теме	<ul style="list-style-type: none"> – ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности – ГОСТ 12.1.046-2014 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок – ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны – Р 3.5.2.2487-09 Руководство по медицинской дезинсекции – ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности – ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. Общие требования. – ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов –
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность: 1.1. Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению 1.2. Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению	<i>1. Производственная безопасность.</i> <i>1.1. Проанализировать вредные производственные факторы при мероприятиях по очистки полости трубопровода:</i> <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещенность рабочей зоны; – загазованность рабочей зоны; – повышенный уровень шума; – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе рабочей зоны.

	<p><i>1.2. Проанализировать опасные производственные факторы при мероприятиях по очистки полости трубопровода:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – пожарная и взрывная безопасность; – движущиеся машины и механизмы;
2. Экологическая безопасность.	<p><i>2. Экологическая безопасность.</i> <i>Проанализировать негативные действия на атмосферу, литосферу и гидросферу в процессе очистки полости трубопровода.</i> <i>Меры по снижению выбросов газов в атмосферу, методы утилизации производственных отходов.</i></p>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	<p><i>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при мероприятиях по очистки полости трубопровода; - выбор наиболее типичной ЧС; -разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; -разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	<p><i>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -специальные (характерные при мероприятиях по очистки полости трубопровода) правовые нормы трудового законодательства; -организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
-------------------------------------------------------------	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2БМ71	Шаламов Владислав Валерьевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа Природных ресурсов (ИШПР)
 Направление подготовки (специальность) 21.04.01 «Нефтегазовое дело»
Профиль «Надежность газонефтепроводов и хранилищ»
 Отделение Нефтегазового дела
 Уровень образования магистратура
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2018/2019 учебного года

Форма представления работы:

магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	21.05.2019
------------------------------------------	------------

<i>Дата контроля</i>	<i>Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)</i>	<i>Максимальный балл раздела (модуля)</i>
10.03.2019	Введение	10
21.03.2019	Обзор литературы	10
25.04.2019	Общая часть	30
10.05.2019	Социальная ответственность	10
14.05.2019	Финансовый менеджмент	10
16.05.2019	Иностранный язык	10
21.05.2019	Заключение	10
24.05.2019	Презентация	10
	Итого:	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Медведев В.В.	д.ф-м.н., профессор		

Согласовано:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Шадрина А.В.	д.т.н, доцент		

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: внутренняя полость трубопровода, камера приема пуска скребков, магистральный нефтепровод, очистное устройство, нефтепровод.

Объектом исследования являются: очистные устройства.

Цель работы – изучение процесса очистки нефтепровода, оборудования для очистки внутренней полости нефтепровода, и предложение возможных путей модернизации.

В процессе исследования проводились расчеты сил воздействующих на очистное устройство, определение параметров течения нефти, определение режущей кромки чистящего диска, определение потерь расхода нефти во время очистки нефтепровода. Приведены мероприятия по охране труда и безопасности строительства, охране окружающей среды, технико-экономическая часть.

В результате исследования был произведен сравнительный анализ очистки внутренней полости нефтепровода при проведении очистки типовым чистящим диском и чистящим диском с режущей кромкой. На основании полученных результатов было выявлено, что применение чистящих дисков с режущей кромкой имеет ряд преимуществ, одним из которых является увеличение пропускной способности трубопровода, а так же увеличение расхода нефти.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: технология и организация выполнения работ, подготовительные работы, земляные работы, монтаж камеры приема и пуска, монтажные работы очистного устройства и.т.д.

Экономическая эффективность/значимость работы: потери расхода нефти при очистке внутренней полости нефтепровода с применением чистящего диска с режущей кромкой меньше в 2,24 раза, чем при очистке нефтепровода с применением типового чистящего диска.

ESSAY

Keywords: internal cavity of the pipeline, camera of reception of start-up of scrapers, trunk oil pipeline, cleaning devices, pipeline.

The object of this study is cleaning devices,

The purpose of work – study of the process of cleaning the pipeline, equipment for cleaning the internal cavity of the pipeline, and suggesting possible ways to upgrade.

In the process of work, calculations of forces acting on the cleaning device, determination of oil flow parameters, determination of the cutting edge of the cleaning disk, determination of oil flow losses during oil pipeline cleaning. Measures are taken to protect labor and safety of construction, environmental protection, technical and economic part.

As a result, the work was carried out comparative analysis of the cleaning of the internal cavity of the oil pipeline was carried out during cleaning with a typical cleaning disc and a cleaning disk with a cutting edge. Based on the results obtained, it was found that the use of cleaning discs with a cutting edge has several advantages, one of which is an increase in the capacity of the pipeline, as well as an increase in oil consumption.

The main design, technological and technical and operational characteristics: technology and organization of work execution, preparatory works, excavation, installation of a receiving and starting chamber, erection works of a cleaning device, etc.

Economic efficiency: loss of oil consumption during cleaning of the internal cavity of the pipeline using a cleaning disk with a cutting edge is 2.24 times less than when cleaning an oil pipeline using a typical cleaning disk.

Обозначения и сокращения

МН – магистральный нефтепровод;

НПС – нефтеперекачивающая станция;

НС – насосная станция;

НФПР – нефтепродукты;

АСПО - асфальто-смолисто-парафиновые отложения;

ВТД - внутритрубное диагностирование;

ОУ – очистное устройство;

СОД – средства очистки и диагностики;

ПДУ – предельно допустимый уровень;

РД – Руководящий документ;

СИЗ – средства индивидуальной защиты;

ЧС – чрезвычайная ситуация.

АСПО - асфальто-смолисто-парафиновые отложения;

АМФ - аденозинмонофосфат;

ВТД - внутритрубное диагностирование;

ГВС - газовоздушная смесь;

ИГС - инертная газовая смесь;

МКАУ - мобильная компрессорная азотная установка;

МТ - магистральный трубопровод;

НА - насосный агрегат;

НПС - нефтеперекачивающая и/или нефтепродуктоперекачивающая станция;

ОУ - очистное устройство;

ОГП - очистной гелеобразный поршень ПНУ - передвижная насосная установка;

ПР - поршень-разделитель;

ППР - проект производства работ;

ЦНС - центробежный насос секционный;

ПАВ - поверхностно-активные вещества;

ПАА - полиакриламид;

ПВС - поливиниловый спирт;

СОД - средства очистки и диагностики;

DN - номинальный диаметр;

$d_{\text{ван}}$ - внутренний диаметр вантуза, м;

Сокращение МТ применяется, если не рассматриваются особенности работы магистральных нефтепроводов или магистральных нефтепродуктопроводов.

$D_{\text{нi}}$ - наружный диаметр освобождаемого участка магистрального трубопровода, м;

g - ускорение свободного падения, м/с^2 ; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; k - количество элементарных участков;

Обзор литературы

Одним из основных способов повышения энергоэффективности системы трубопроводного транспорта является разработка и исследование новых методов и средств очистки внутренней полости трубопровода. В данной области большое внимание уделено изучению очистки от внутритрубных отложений. Для анализа методов и средств очистки нефтепровода использовалась литература: Шмаков, В.А. Планирование ремонта магистральных трубопроводов по результатам внутритрубной диагностики / В.А. Шмаков, Ю.Н. Смирнов, Р.Р. Гиззатуллин. - Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2007. - 92 с. [5], «Мовсум-Заде, Э. М. Морская нефть: Развитие технических средств и технологий / Э. М. Мовсум-Заде, Б. Н. Мастобаев, Ю. Б. Мастобаев, М. Э. Мовсум-Заде. - СПб.: Недра, 2005. - 236 с. [8]», Очистные поршни для трубопроводов / Информационная брошюра. - Уфа: ЦТД «Диаскан», 2010. - 27 с. [2], Конов Г.Б., Неволин А.И. Очистка нефтепровода Шаим-Тюмень // РНТС - Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов, М., ВНИИОЭНГ. - 1975. -№9. - С. 19 - 20. [3], «Состав очистного гелеобразного поршня для очистки трубопроводов и способ его формирования» [Электронный ресурс] [6].

Особую роль при эксплуатации трубопровода играет социальная ответственность. Большое внимание в нормативных и руководящих документов уделено безопасности рабочего и сохранению экологии окружающей среды. Основными источниками для рассмотрения социальной ответственности использовались: «ГОСТ 12.1.019-79 “Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты” [30]», «СанПиН 2.2.2776-10 "Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний”. - М., 2010. [34]».

					Модернизация оборудования очистных устройств для очистки внутренней полости нефтепровода				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Шаламов В.В.			Общая часть	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Медведев В.В.					14	102	
Консульт.						НИТПУ, ИШПР, ОНД, группа 2БМ71			
Утверд.		Шадрина А.В.							

Введение

Развитие трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов невозможно без внедрения новых прогрессивных технологий и технических средств, для повышения эффективности и надежности работы действующих магистральных трубопроводов. В процессе эксплуатации нефтепроводов на внутренней поверхности труб образуются асфальтосмолопарафиновые отложения. В результате процесс транспортировки нефти осложняется комплексом проблем.

Наиболее острой проблемой по борьбе с асфальтосмолопарафиновыми отложениями является выбор рациональных и оптимальных методов и средств очистки внутренней поверхности нефтепроводов с точки зрения повышения эффективности качества очистки, снижения стоимости на проведение указанных работ и определения периодичности проведения очистных работ. Накопление асфальтосмолопарафиновых отложений приводит к снижению пропускной способности нефтепроводов и увеличению давления в процессе эксплуатации. Кроме того отложения на внутренней поверхности труб существенно влияют на достоверность результатов внутритрубной ультразвуковой дефектоскопии.

Борьба с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в процессе транспорта ведётся по двум основным направлениям: предотвращение отложений и удаление уже сформировавшихся отложений.

Выбор рациональных и оптимальных способов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями и оценка эффективности различных методов зависит от многих факторов, в частности от фракционного состава твёрдых углеводородов в нефти, её физических и реологических свойств, температурного режима перекачки, длительности парафинизации, высокомолекулярных

					Общая часть	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

составляющих потока, конструктивных особенностей трубопровода (особенно шельфовых месторождений) и т.д.

Кроме того, все известные методы борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями ограничиваются в зависимости от условий конкретных месторождений, то есть при выборе способа борьбы с отложениями в трубопроводах транспортирующих нефти конкретных месторождений и их смесей необходим индивидуальный подход к решению поставленной задачи. Проблема с асфальтосмолопарафиновыми отложениями на объектах добычи и транспорта нефти остается актуальной и требует дальнейшего усовершенствования методов по ее разрешению.

Настоящая работа посвящена комплексному анализу применения механического метода для очистки нефтепроводов от асфальтосмолопарафиновых отложений и других загрязнений и изучению оборудования очистного устройства и их возможных путей модернизации.

Целью данной работы является изучение процесса очистки нефтепровода, оборудования для очистки внутренней полости нефтепровода, и предложение возможных путей модернизации.

Для достижения поставленной цели в данной работе ставятся и решаются следующие задачи:

- исследовать процесс парафинизации нефтепровода;
- рассмотреть механический метод очистки нефтепровода;
- рассмотреть оборудование для очистки внутренней полости нефтепровода;
- выявить возможные пути совершенствования оборудования очистного устройства нефтепровода;

1 Общая часть

1.1 Факторы, вызывающие образование отложений

В полости магистральных нефтепроводов могут образовываться и накапливаться:

- парафино-смолистые отложения;
- агрессивные отложения;
- скопления воды;
- скопления газа;
- грунт, песок, камни, электроды и другие посторонние предметы.

Парафиновые отложения представляют собой многокомпонентную углеводородную смесь, состоящую из твёрдой и жидкой фаз.

В зависимости от состава и содержания твёрдых углеводородов прочность отложения существенно различается.

Образование парафино-смолистых отложений связано с выделением их из транспортируемой нефти и является результатом процессов закрепления частиц на стенках труб и выноса их потоком жидкости.

Интенсивность образования парафино-смолистых отложений зависит от физико-химических свойств нефти, температуры потока и гидродинамических условий перекачки.

Воздействие на трубу агрессивных отложений, вызывающих образование внутренней коррозии трубопроводов, обусловлено действием сероводородного фактора, присутствием воды, растворов соли и механических примесей, способных образовывать гальванические пары, что связано с особенностями подготовки нефти к транспортированию, проведением ремонтов с использованием глиняных и грунтовых пробок[1].

					Общая часть	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

асфальтосмолопарафиновых образований

По своей природе нефть представляет собой сложный взаимно сопряжённый раствор углеводородов и гетероатомных органических соединений (серных, азотистых, кислородных и некоторых других). Нефть – не просто растворённое вещество в растворителе, а взаимный раствор ближайших гомологов и иных соединений друг в друге. Сопряжённым этот раствор можно назвать и потому, что, растворяясь друг в друге, близкие по строению структуры составляют систему, представляющую нефть в целом.

Групповой состав нефти определяют в основном три класса углеводородов:

- метановые, или парафиновые (алканы);
- полиметиленовые, или нафтеновые (циклоалканы);
- ароматические.

Метановые углеводороды обычно бывают представлены в нефти во всех трёх агрегатных состояниях: газообразном (C_1 – C_4), в жидком (C_5 – C_{15}) и твёрдом (C_{16} и выше). Газообразные алканы образуют основную массу природного и попутного газа, почти всегда сопровождающего нефть, и находятся в ней в растворённом состоянии. Жидкие алканы присутствуют в составе жидкой фракции нефти. Твёрдые алканы входят в состав асфальтосмолопарафиновых отложений, химический состав которых в зависимости от возраста и происхождения нефти изменяется в довольно широких пределах.

Предельные углеводороды в химическом отношении подобны первому гомологу ряда – метану. Они весьма инертны, вступают лишь в реакцию замещения водорода, протекающие крайне медленно, и не обесцвечивают растворы брома и перманганата калия. Все предельные углеводороды горят и могут быть использованы в качестве топлива[2].

В состав нефтепромысловых асфальтосмолопарафиновых отложений входят твёрдые парафины, смолы, асфальтены, пиридины, а также

					Общая часть	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

минеральные вещества в виде растворов солей или коллоидно-диспергированных соединений.

Н-алканы относятся к изоаморфным веществам, образующим при совместной кристаллизации твёрдые растворы. С понижением температуры в первую очередь выделяются высокоплавкие углеводороды, на кристаллической решётке которых последовательно кристаллизуются углеводороды с более низкой температурой плавления, содержащие меньшее число атомов углерода в молекуле. Другая часть, которая не перешла в кристаллическое состояние, в конечном слое кристаллической решётки представляет собой ориентированные жидкие кристаллы. Молекулы располагаются параллельно друг другу, что энергетически более выгодно[3].

Твёрдые парафины представляют собой смесь собственно парафинов и церезинов. Характеристика состава и некоторых физико-химических и механических свойств твёрдого и мягкого нефтяных парафинов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Характеристика состава и некоторых физико-химических и механических свойств твёрдого и мягкого нефтяных парафинов

Состав и свойство	Парафин	
	мягкий	твёрдый
Суммарное содержание н-гомологов, масс. %	60,5	90,2
Содержание ароматических углеводородов, мас. %	2,0	0,118
Молекулярная масса	321,0	374,5
Плотность, г/см ³	0,7552	0,7535
Прочность при 20 °С, МПа	0,205	1,460
Коэффициент пластичности при 20 °С, %	30,5	4,6

Парафины являются химически устойчивыми соединениями, растворяются в лёгком бензине и индивидуально насыщенных углеводородах, пентане, гексане, гептане.

Церезины – смесь предельных углеводородов с числом атомов углерода от C_{36} до C_{55} , преимущественно разветвлённых алифатических, в виде воскообразного вещества от белого до коричневого цвета, молекулярной массой 500...750 и температурой плавления 66...65 °С. По сравнению с парафином обладают меньшей химической устойчивостью, а также большей вязкостью и способностью загущать масла, что обусловлено их мелкокристаллической структурой. Церезины растворимы в воде, спиртах, хорошо растворимы в бензине, ограниченно – в минеральных маслах.

Парафины и церезины различают по химическим свойствам. Например, церезины легко попадают под действие окислителей, с которыми парафины на холоде не вступают в реакцию (азотная кислота, хлорсульфоновая кислота).

Смолисто-асфальтеновые вещества представляют собой смесь высокомолекулярных соединений, состоящих из конденсированных циклических структур, содержащих нафтеновые, ароматические и гетероциклические кольца с боковыми алифатическими цепями. В своём составе содержат 78...88% углерода, 8...10% водорода и 4...14% гетероатомов.

В смолисто-асфальтеновой части сконцентрированы полностью все металлы, присутствующие в сырых нефтях (V, Ni, Cu, Mg, Ca, Ti, Mo, Co, Cr, Al и др.).

Смолисто-асфальтеновые вещества подразделяются на несколько самостоятельных групп:

– смолы – жидкие или твёрдые вещества, обладающие высокой пластичностью и вязкостью, окрашены обычно в бурый или чёрный цвет. молекулярная масса их колеблется от 400 до 1800, удельный вес близок к 1000 кг/м³. растворяются в ароматических углеводородах, алканах, хлорпроизводных. Смолы нестабильны, выделенные из нефти или её тяжёлых остатков могут превращаться в асфальтены, т.е. перестают растворяться в н-алканах C_5 – C_8 ;

					Общая часть	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– асфальтены – наиболее высокомолекулярные гетероорганические вещества, представляющие собой твёрдые продукты от чёрно-бурого до чёрного цвета плотностью чуть больше 1000 кг/м^3 . молекулярная масса колеблется от 1500 до 10000. впервые понятие «асфальтены» было введено Бусенгольтом в 1837 году. Асфальтенами он назвал вещества, сконцентрированные после перегонки асфальтового битума. Асфальтены при нагревании не плавятся, а переходят в пластическое состояние при температуре 300°C , при более высокой температуре разлагаются с образованием газообразных и жидких веществ и твёрдого остатка – кокса. Свежевыделенные асфальтены хорошо растворяются в сероуглероде, хлороформе, четырёххлористом углероде, бензоле и его гомологах, циклогексане и ряде других растворителей. Не растворяются в низкомолекулярных алканах ($\text{C}_5\text{--C}_8$), спирте, диэтиловом эфире, ацетоне.

– карбены – коксообразные вещества, образующиеся в следствии уплотнения асфальтенов в присутствии серы. Растворимы в пиридине и сероуглероде;

– карбоиды – коксообразные, нерастворимые вещества в органических растворителях.

Элементарный состав смол и асфальтенов может быть выражен эмпирической формулой $\text{C}_n \text{H}_{2n-z} \text{N}_p \text{S}_q \text{O}_r$, а количество в них углерода и водорода может достигать десятков и сотен единиц. Так, для нефтей Западной Сибири среднее содержание углерода и водорода в смолах выражено величинами

$\text{C}_{45,7} \text{H}_{57,6}$, в асфальтенах – $\text{C}_{109} \text{H}_{124,2}$.

1.3 Очистка внутренней полости магистральных нефтепроводов

1.3.1 Способы и средства удаления отложений из магистрального нефтепровода

Удаление парафино-смолистых и агрессивных отложений производится только с помощью механических средств очистки путём пропуска по нефтепроводу очистных устройств.

Очистные устройства должны быть:

- оснащены чистящими и ведущими дисками и манжетами, изготовленными из высококачественного полиуретана;
- снабжены щёточными дисками для удаления агрессивных отложений из коррозионных карманов;
- иметь байпас-отверстия для осуществления размыва парафино-смолистых отложений, что обеспечивает их использование в сильно загрязнённых трубопроводах;
- оборудованы передатчиками во взрывозащищённом исполнении, которые в комплекте с наземными локаторами позволяют контролировать прохождение очистных устройств по нефтепроводу и обнаруживать места их возможной остановки[4].

При первом пропуске очистного устройства, оно может счищать и собирать впереди себя большое количество парафино–смолистых отложений. Для предупреждения образования парафиновой пробки на очистных устройствах предусмотрены байпас – отверстия для размыва указанных отложений.

Для контроля прохождения очистных устройств по трубопроводу очистные устройства должны быть оборудованы передатчиками, сигналы которых улавливаются низкочастотными наземными локаторами.

Проходное сечение трубопровода для пропуска очистных устройств с полиуретановыми уплотнительными дисками должно быть не менее 85 % от внешнего диаметра трубы на длине участка нефтепровода, подлежащего очистке[5].

					Общая часть	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.3.2 Периодичность очистки в процессе эксплуатации

Периодичность очистки магистральных нефтепроводов очистными устройствами с уплотнительными дисками из высококачественного полиуретана определяется индивидуально для каждого нефтепровода в зависимости от особенностей его эксплуатации и свойств перекачиваемого продукта, но не реже 1 раза в квартал с пропуском не менее двух очистных устройств СКР1.

При снижении пропускной способности нефтепровода в промежутках между периодическими очистками на 3% и более необходимо проводить внеочередные очистки нефтепровода[6].

1.3.3 Очистные устройства

Очистные устройства типа СКР1 (рисунок 1.1) разработаны и изготавливаются ОАО ЦТД «Диаскан» и предназначены для очистки внутритрубной поверхности нефтепровода от парафинсодержащих и агрессивных отложений и воды путём пропуска их по нефтепроводу.

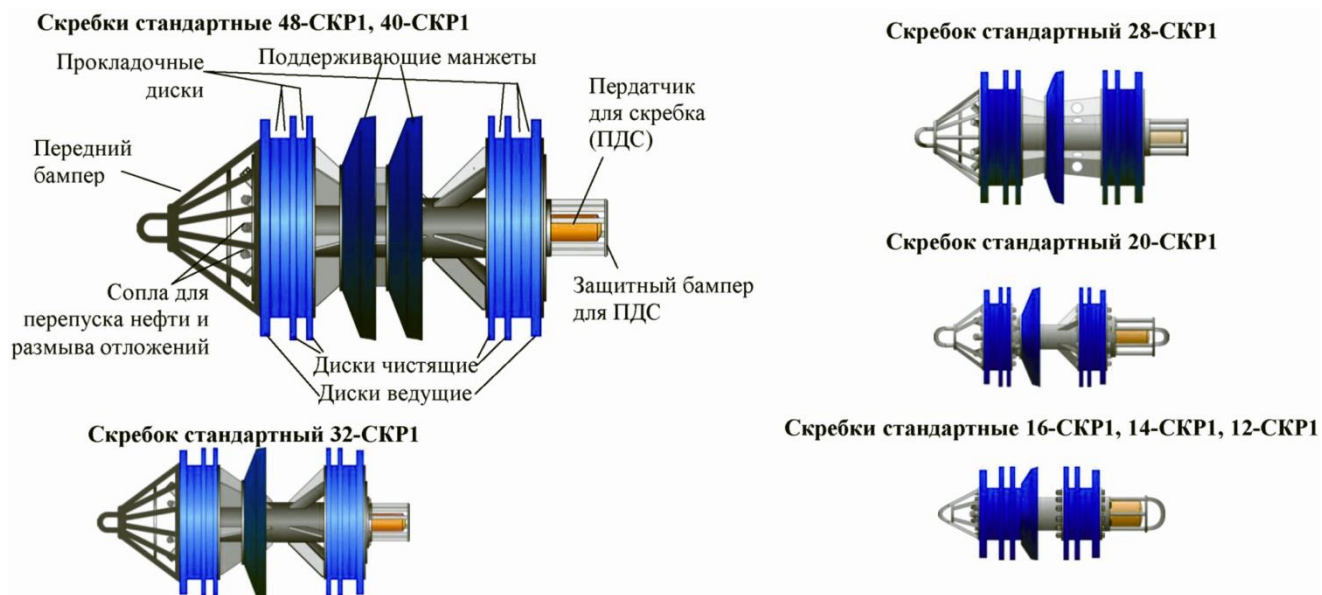


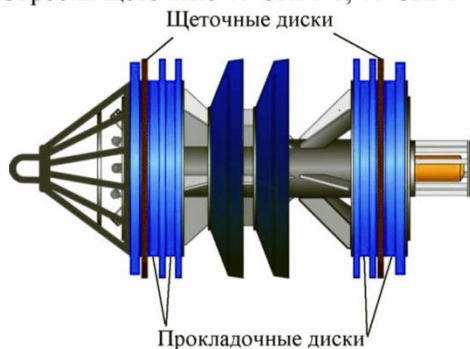
Рисунок 1.1 - Очистное устройство типа СКР1

Технические характеристики очистных устройств типа СКР1 приведены в таблице 1.2.

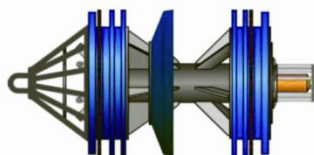
Таблица 1.2 – Технические характеристики очистных устройств типа СКР1

Параметры	Тип очистного устройства				
	20	28	32	40	48
Длина (мм)	1267	1505	1725	2030	2384
Диаметр (мм)	530	720	820	1020	1220
Толщина чистящего диска (мм, ± 2 мм)	20	25	25	30	30
Толщина ведущего диска (мм, ± 2 мм)	30	40	40	45	60
Минимальный проходной диаметр н/п, %	85	85	85	85	85
Масса (кг)	135	323	395	787	1185
Минимальный радиус поворота на 90°	1,5D	1,5D	1,5D	3D	3D
Скорость движения в нефтепроводе, не более (м/с)	5	5	5	5	5

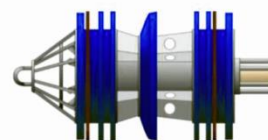
Скребки щеточные 48-СКР1-1, 40-СКР1-1



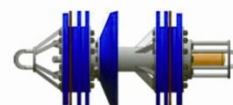
Скребок щеточный 32-СКР1-1



Скребок щеточный 28-СКР1-1



Скребок щеточный 20-СКР1-1



Скребки щеточные 16-СКР1-1, 14-СКР1-1, 12-СКР1-1

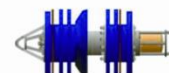


Рисунок 1.2 - Очистное устройство типа СКР1-01

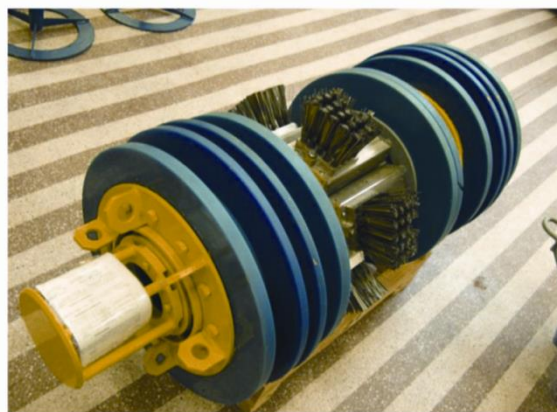
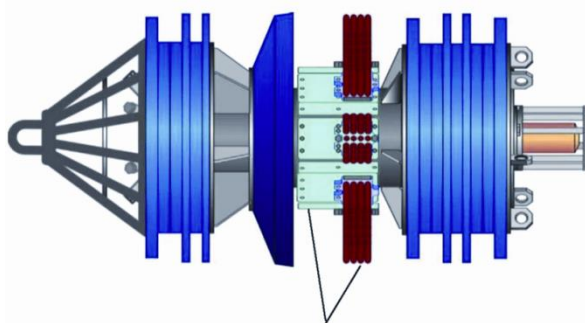
Очистные устройства типа СКР1 имеют четыре чистящих диска (рисунок 1.1), очистные устройства типа СКР1–01 (рисунок 1.2) имеют четыре чистящих диска и два диска щёточных. В очистном устройстве

имеется посадочное место для закрепления передатчика (трансммиттера), который используется для определения местоположения устройства на нефтепроводе.

Специальные очистные устройства имеют определённые отличия от очистных устройств типа СКР1 и конструируются с учётом особенностей конкретного нефтепровода. К ним относятся: длина участка, особенности внутренней поверхности трубопровода, физико-химические свойства перекачиваемого продукта, результаты пропуска очистных устройств по данному участку и другие.

В качестве примера (рисунок 3), магнитное очистное устройство.

Магнитный скребок СКР3



Магниты со щетками для улавливания ферромагнитных посторонних предметов

Рисунок 1.3 – Магнитное очистное устройство типа СКР3

Магнитное очистное устройство (рисунок 1.3) оборудовано двухполюсными магнитами и щетками. Щётки сконструированы таким образом, чтобы разрыхлять жёсткие отложения грунта и парфино-смолистых отложений на внутренней стенке нефтепровода. Разрыхлённые отложения удаляются из нефтепровода задним блоком чистящих дисков очистного устройства.

Магниты, создавая через щётки и стенку трубы контур сильного магнитного поля, позволяют удалять из нефтепровода электроды и другие металлические предметы[7].

Таблица 1.3 – Технические характеристики магнитных очистных устройств типа СКР-3

Параметры	Тип очистного устройства				
	20	28	32	40	48
Длина (мм)	1284	1792	1890	2270	2579
Диаметр (мм)	530	720	820	1020	1220
Толщина чистящего диска (мм, ± 2 мм)	20	25	25	30	30
Толщина ведущего диска (мм, ± 2 мм)	30	40	40	45	60
Минимальный проходной диаметр н/п, %	85	85	85	85	85
Масса (кг)	170	492	616	1170	1640
Минимальный радиус поворота на 90^0	1,5D	1,5D	1,5D	3D	3D
Скорость движения в нефтепроводе, не более (м/с)	5	5	5	5	5

Двухсекционное очистное устройство (рисунок 4) в своей конструкции имеет различные виды щёток и чистящих дисков и позволяет успешно бороться с жёсткими отложениями на внутренних стенках нефтепровода. Одним из достоинств данного специального очистного устройства является то, что щётки передней секции подпружинены и тем самым позволяют в определённой мере производить качественную очистку вне зависимости от длины участка и геометрии внутренней поверхности полости нефтепровода.

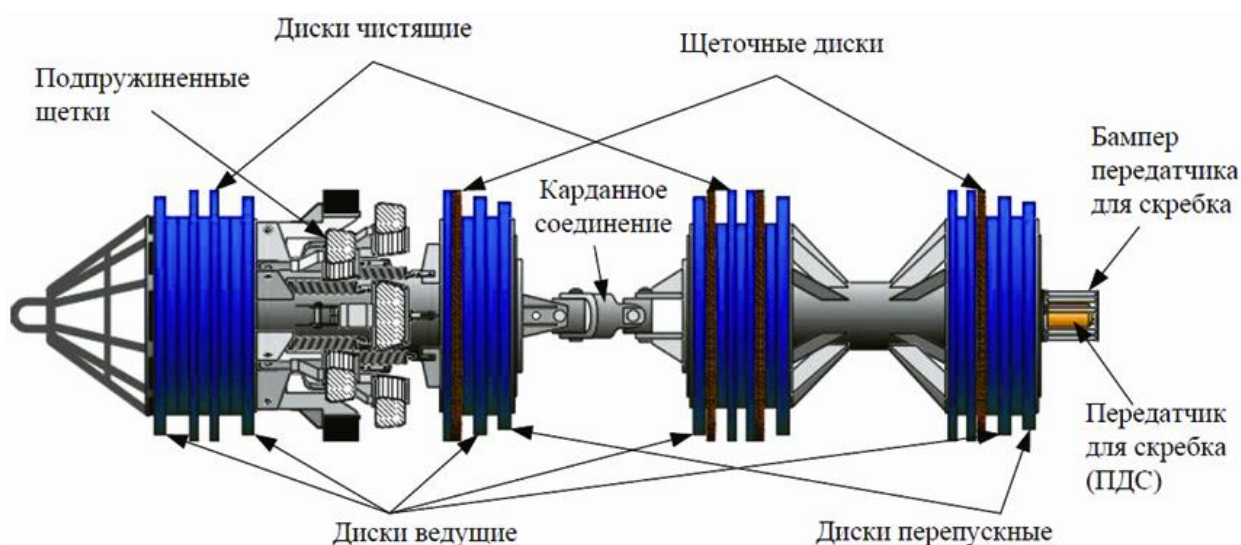


Рисунок 1.4 – Двухсекционное очистное устройство типа СКР2

Система байпасных отверстий позволяет данному очистному устройству (рисунок 1.4), обладающему повышенной способностью сбора жёстких отложений, производить промывку щеток и уносить различные жёсткие примеси вперёд очистного устройства вместе с потоком перекачиваемого продукта.

Таблица 1.4 -Технические характеристики двухсекционных очистных устройств типа СКР-2

Параметры	Тип очистного устройства				
	20	28	32	40	48
Длина (мм)	2196	2913	3164	4247	4739
Диаметр (мм)	530	720	820	1020	1220
Толщина чистящего диска (мм, ± 2 мм)	20	25	25	30	30
Толщина ведущего диска (мм, ± 2 мм)	30	40	40	45	60
Минимальный проходной диаметр н/п, %	85	85	85	85	85
Масса (кг)	286	700	860	1675	2280
Минимальный радиус поворота на 90°	3D	3D	3D	3D	3D
Скорость движения в нефтепроводе, не более (м/с)	5	5	5	5	5

Очистные скребки СКР1, СКР1-1, СКР2, магнитные скребки СКР3 со временем устарели, и уже не могли обеспечивать необходимую очистку полости трубопровода. Поэтому перед конструкторами встала задача, создания нового или усовершенствования старой модели для достижения необходимых результатов очистки. Ввиду этого в ЦТД освоено производство чистящих элементов скребков СКР-4 с повышенной износостойкостью и возможностью очистки трубопроводов от твердых отложений и ферромагнитных предметов[7].

В результате произведенной модернизации ресурс чистящих элементов СКР-4 увеличен в 4 раза по сравнению со стандартными скребками предыдущего поколения. Ввод в эксплуатацию скребков СКР-4

обеспечивает повышение очистки нефтепроводов и сокращает затраты на ее проведение. Очистное устройство типа СКР4 представлено на рисунке 1.5



Рисунок 1.5.– Очистное устройство типа СКР4

Скребок СКР4 предназначен для очистки внутренних поверхностей трубопроводов от асфальтенопарафинистых отложений, мусора, металлических предметов и продуктов коррозии. Скребок помещается в очищаемый трубопровод и движется вместе с потоком перекачиваемого продукта, производя очистку внутренней поверхности трубопровода.

Таблица 1.5 – Технические характеристики магнитных очистных устройств типа СКР-4

Параметры	Тип очистного устройства				
	20	28	32	40	48
Длинна (мм)	1307	1710	1826	2038	2227
Диаметр (мм)	530	720	820	1020	1220
Толщина чистящего диска (мм, ± 2 мм)	20	25	25	30	30
Толщина ведущего диска (мм, ± 2 мм)	30	40	40	45	60
Минимальный проходной диаметр н/п, %	85	85	85	85	85
Масса (кг)	219	482	687	818	1173
Минимальный радиус поворота на 90°	1,5D	1,5D	1,5D	1,5D	1,5D
Скорость движения в нефтепроводе, не более (м/с)	5	5	5	5	5

В процессе эксплуатации необходимо контролировать форму и состояние чистящих дисков.

Износ кромок чистящего диска не должен быть более 50 % от его номинальной толщины (рисунок 1.6). Допускается повторное использование чистящих дисков, износ которых составляет 50 % или менее номинальной толщины, при этом диски необходимо повернуть. При оценке возможности повторного использования манжет, ведущих и чистящих дисков также необходимо учитывать длину участка и качество внутренней поверхности нефтепровода, что значительно влияет на степень износа манжет и дисков[8].

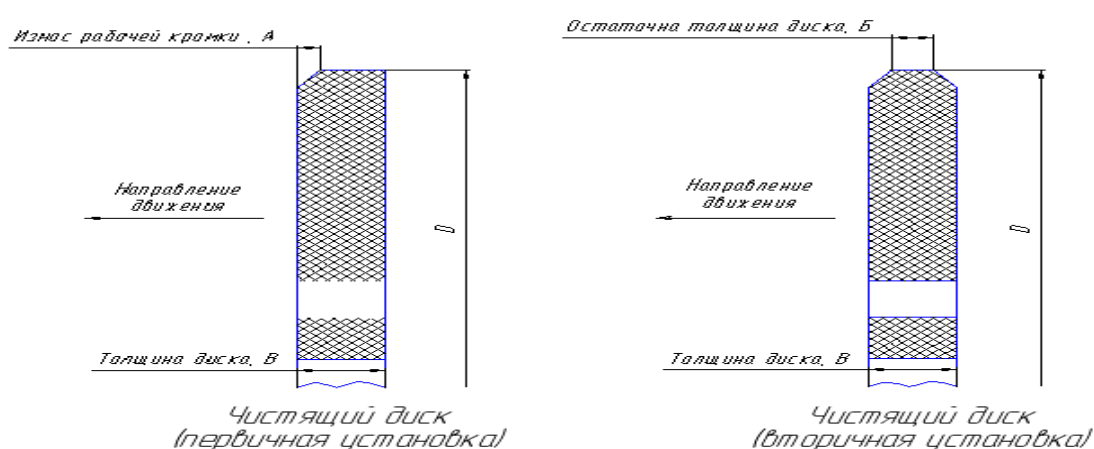


Рисунок 1.6 – Предельные размеры износа чистящих дисков

Износ ведущих дисков не должен быть более 5 мм от их наружного диаметра. Замену манжеты следует производить при остаточной толщине изнашиваемой цилиндрической её части 10 мм.

В таблице 1.6 приведены предельные величины износа чистящих дисков, учитывая длину очищаемых участков.

Таблица 1.6 – Предельные величины износа чистящих дисков, учитывая длину
очищаемых участков

Диаметр трубопровода, D _н , мм	Диаметр диска D, мм	Толщина диска B, мм	Износ рабочей кромки при первичной установке А, мм	Остаточная толщина диска при вторичной установке Б, мм	Протяжённость очищаемого участка L, мм	Примечание
530	530	20	0	–	более 150	
			0–5	–	до 150	
			5–9	–	–	При значении «А» равном, 5–9 мм диск переворачивают для вторичного. Максимальная длина очищаемого участка оценивается по размеру «Б».
			–	15–11	до 100	
			–	11–8	до 50	
			–	7–6	до 25	
			10 и более	4 и менее	0	При значении «А» равном, 10 мм и более, значении «Б», равном 4 мм и менее, диск бракуется и подлежит замене.
720	720	25	0	–	более 150	
			0–6	–	до 150	
			6–12	–	–	При значении «А» равном, 6–12 мм диск переворачивают для вторичного. Максимальная длина очищаемого участка оценивается по размеру «Б».
			–	20–15	до 100	
			–	14–9	до 50	
			–	8–6	до 25	
			13 и более	4 и менее	0	При значении «А» равном, 13 мм и более, значении «Б», равном 4 мм и менее, диск бракуется и подлежит замене.
			0	–	более 150	
			0–8	–	до 150	

Продолжение таблицы 1.6

Диаметр трубопровода, D _H , мм	Диаметр диска D, мм	Толщина диска B, мм	Износ рабочей кромки при первичной установке А, мм	Остаточная толщина диска при вторичной установке Б, мм	Протяжённос ть очищаемого участка L, мм	Примечание
1020	1020	30	8–15	–	–	При значении «А» равном, 8–15 мм диск переворачивают для вторичного. Максимальная длина очищаемого участка оценивается по размеру «Б».
			–	24–18	до 100	
			–	17–11	до 50	
			–	10–8	до 25	
			16 и более	5 и менее	0	При значении «А» равном, 16 мм и более, значении «Б», равном 5 мм и менее, диск бракуется и подлежит замене.

1.4 Методы восстановления чистящих дисков из высококачественного полиуретана нанесением расплава литьём под давлением

Этим методом можно наносить покрытия как на новые, так и на изношенные поверхности деталей.

Технологический процесс нанесения полимерных покрытий литьём под давлением заключается в следующем. В рабочий цилиндр литьевой машины загружают полимерный материал в гранулированном виде. Под влиянием тепла от нагревателя он переходит в пластическое состояние. Движением вперёд плунжера продавливается свежая порция полимерного материала в зону нагрева, и одновременно расплавленная масса выталкивается через сопло в пресс-форму, в которой установлена покрываемая деталь. После заполнения пресс-формы расплавленным полимером его некоторое время выдерживают под давлением для уплотнения, отвердевания и охлаждения слоя покрытия. Дальнейшее охлаждение производится на воздухе. На качество покрытия влияет температура детали и расплава. С увеличением температуры текучесть полимерного материала повышается и увеличивается адгезионная прочность покрытия. Оптимальное значение адгезионной прочности наблюдается при температуре расплава равной 553 К и 563 К. дальнейшее повышение температуры приводит к снижению адгезионной прочности, что связано с деструкцией полимера[15].

					Общая часть	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3 Проектирование поршня комбинированного манжетно-дискового для очистки трубопровода

3.1 Составление чертежной схемы

Для повышения качества зачистки, а также для снижения энергоемкости предлагается техническое решение, которое заключается в следующем: в существующую конструкцию поршня комбинированного манжетно-дискового для очистки трубопроводов устанавливаются режущие диски с очистными ножами в количестве 8 штук. Два диска расположены последовательно друг за другом. режущие элементы на этих дисках устанавливаются под разными углами. В итоге происходит резание в перекрестном направлении.

На рис.3.1.1 представлен вал, на который будут устанавливаться очистные элементы.

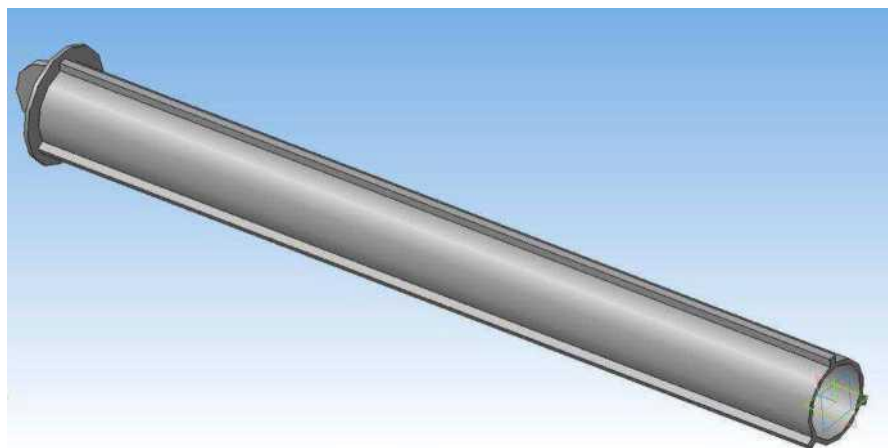


Рисунок 3.1.1 - Вал

На рисунках 3.1.2, 3.1.3, 3.1.4 представлены манжеты. Материалом для манжет служит маслобензостойкая резина.

					Общая часть	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

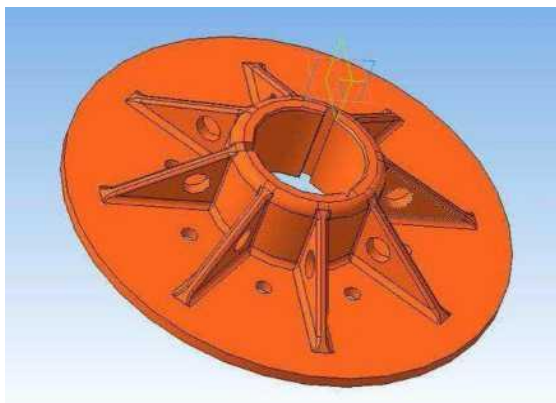


Рисунок 3.1.2 - Манжета

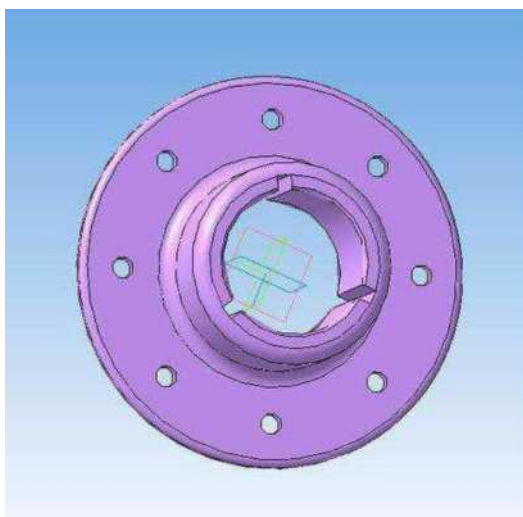


Рисунок 3.1.2 - Манжета

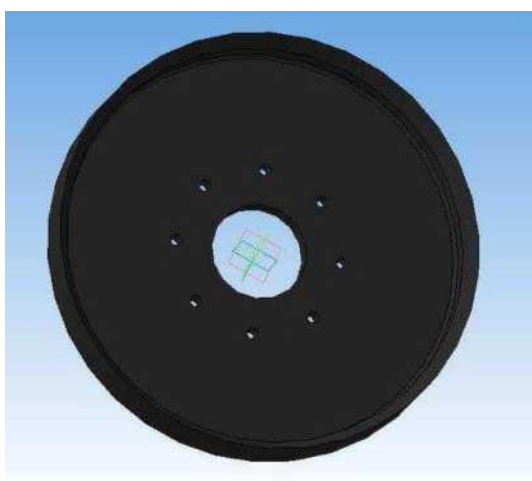


Рисунок 3.1.2 - Манжета

На рис.3.1.5 представлена сборка манжет.

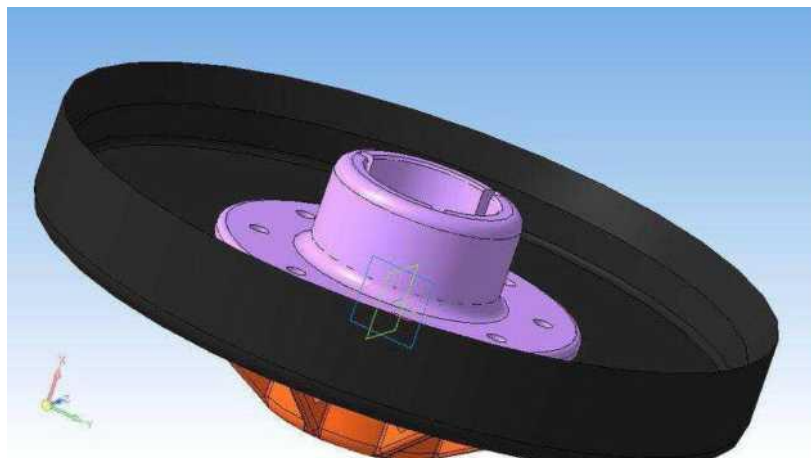


Рисунок 3.1.5 - Сборка манжет

На рис.3.1.6 представлен режущий диск. В предлагаемой конструкции поршня их 3.

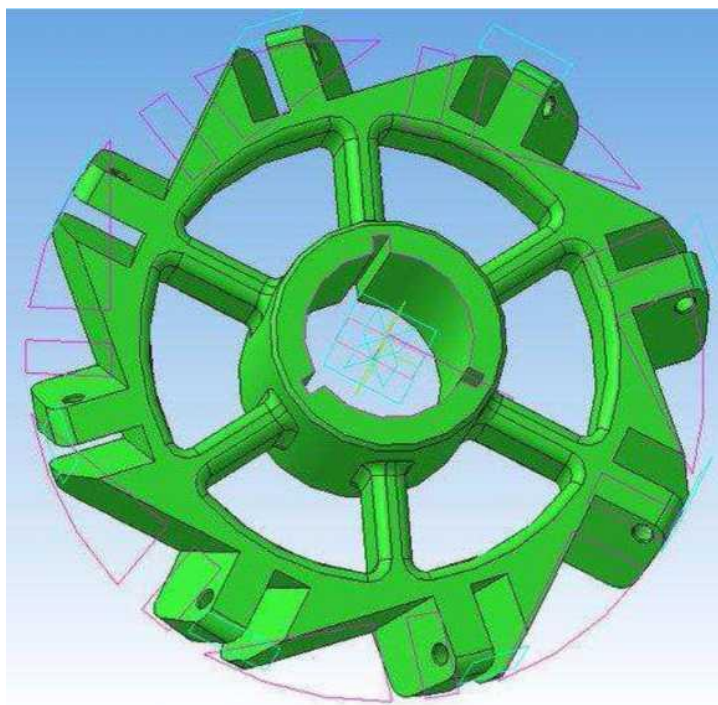


Рисунок 3.1.6 – Режущий диск

На рис.3.1.7 представлен очистной нож. Ножи устанавливаются на диск в количестве 8 штук.

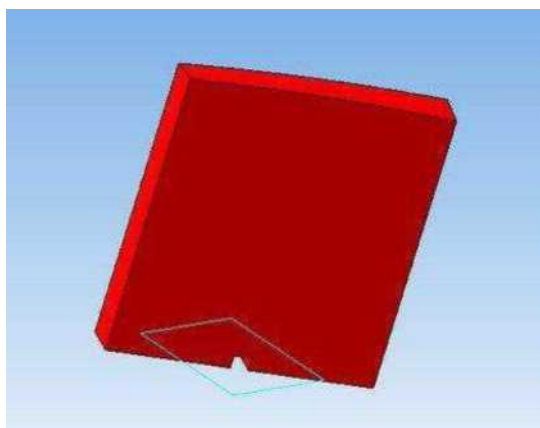


Рисунок 3.1.7 - Очистной нож

На рис.3.1.8 представлена модель режущего диска в сборе с очистными ножами.

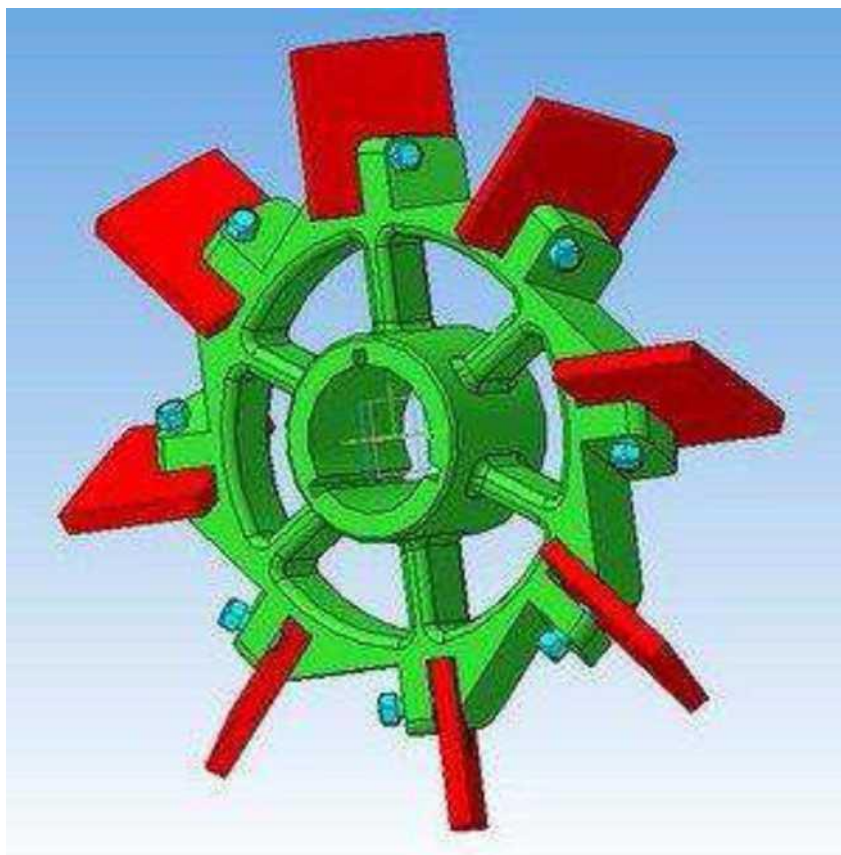


Рисунок 3.1.8. – Сборка режущего диска с очищающими ножами

На рис.3.1.9 представлена 3D модель модернизированного поршня для очистки трубопроводов.

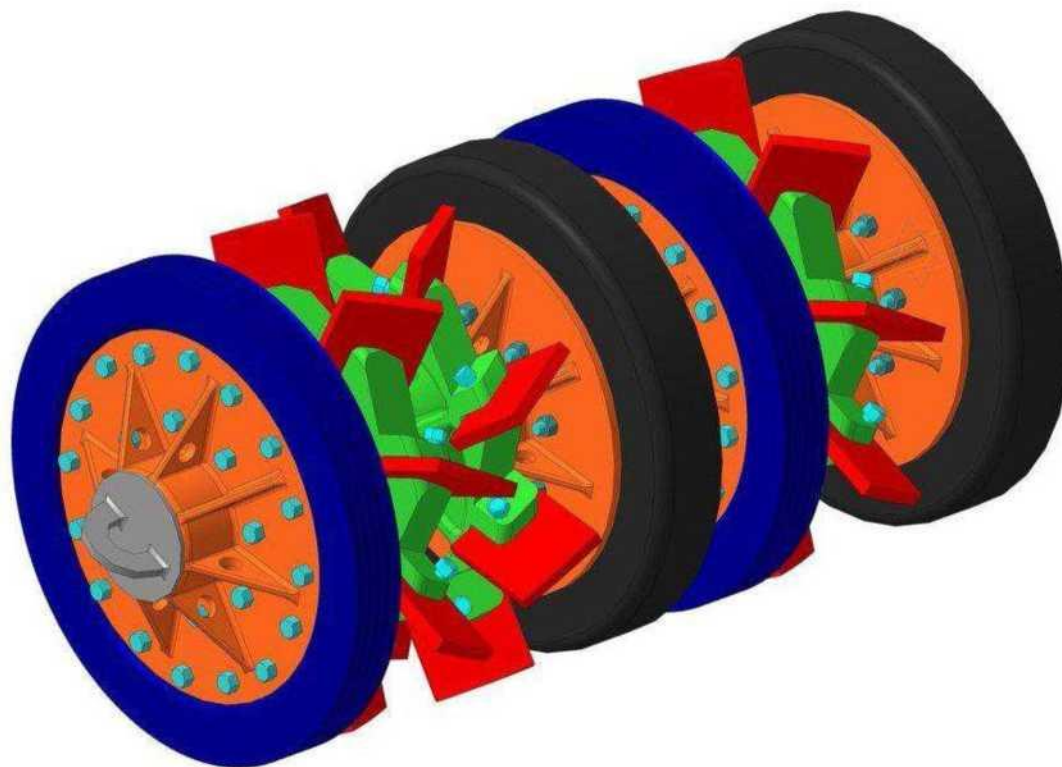
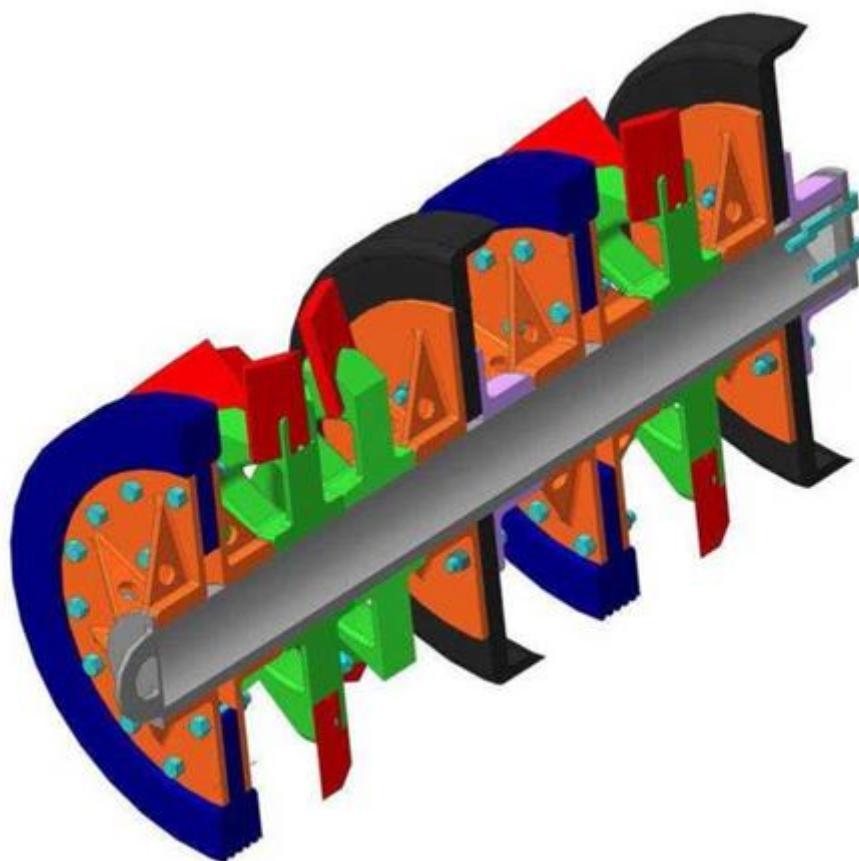


Рисунок 3.1.9 - 3D модель очистного поршня в сборе

Данное предложение позволит производить очистку внутренней полости магистральных нефтепроводов более качественно, а энергоемкость процесса уменьшит.

На рис.3.1.10 представлена 3D модель модернизированного поршня для очистки трубопроводов в разрезе.



3.2 Схемы различных углов срезания отложений

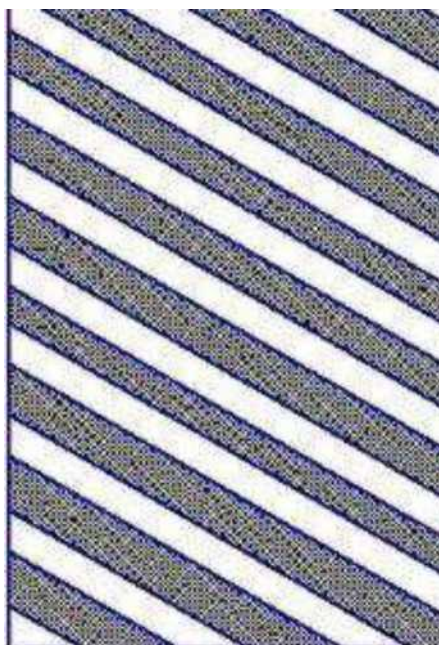


Рисунок 3.2.1 - Срезание отложений первым диском

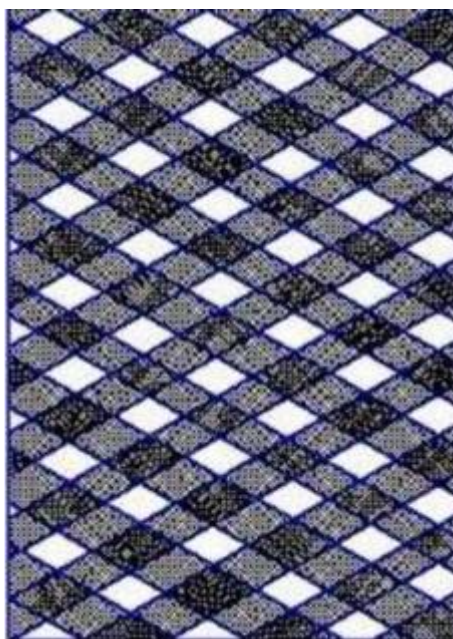


Рисунок 3.2.2 - Вид отложения после прохождения двух дисков

На рис. 3.2.3 и 3.2.4 представлена схема резания, когда ножи расположены под углом в 45 градусов.

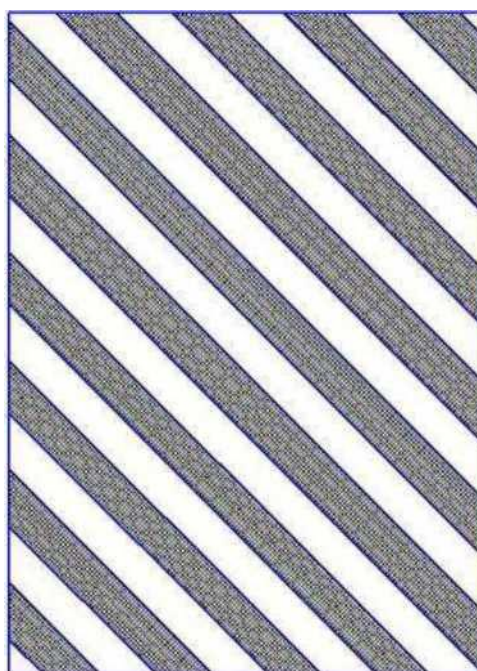


Рисунок 3.2.3 - Срезание отложений первым диском

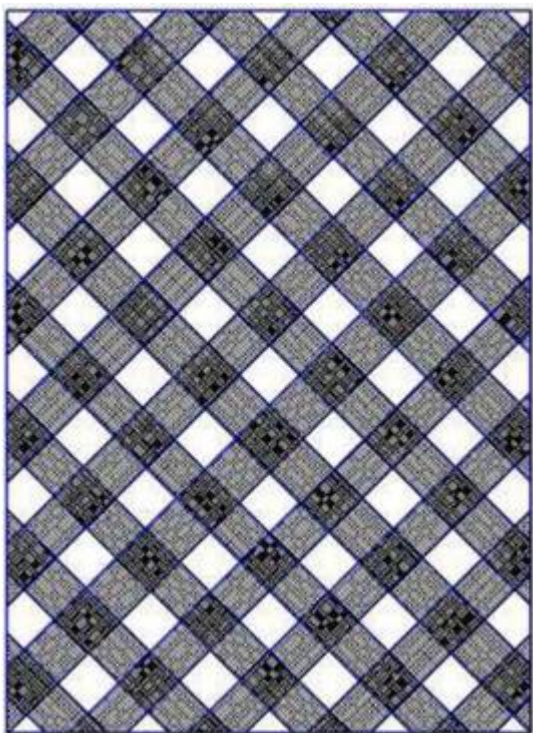


Рисунок 3.2.4 - Вид отложений после прохождения двух дисков

На рис. 3.2.5 и 3.2.6 представлена схема резания, когда ножи расположены под углом в 60 градусов.

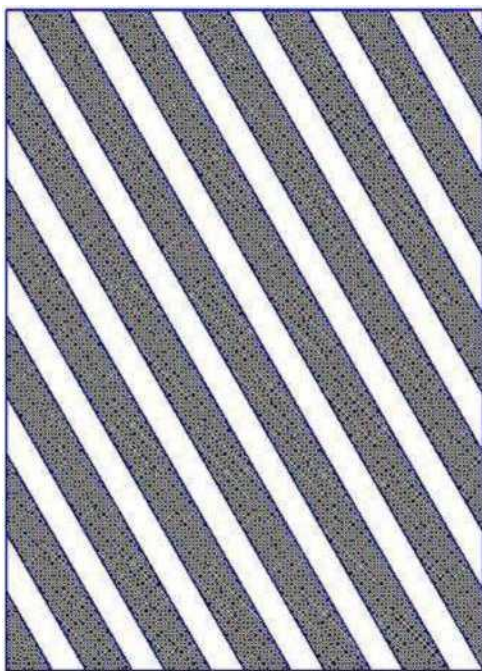


Рисунок 3.2.5 - Срезание отложений первым диском

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Общая часть

Лист

40



Рисунок 3.2.6 - Вид отложений после прохождения двух дисков

На рисунках схематично представлен вид отложений после прохождения двух дисков. В результате прохождения этих дисков останутся лишь «ромбовидные» части целиков отложений, которые впоследствии с взаимодействием с зачистным диском возможно удалить с меньшими затратами энергии.

2 Расчетная часть

2.1 Определение параметров течения нефти в нефтепроводе

Очистку нефтепровода Омск – Иркутск проводим на участке с 212,06 км., где находится НПС Каштан по 296,12 км на котором находится НПС Ачинск. Диаметр трубопровода 1020 мм, толщина стенки 10мм, рабочее давление $P = 40 \text{ кг/см}^2 = 4 \text{ МПа}$, величина расхода $Q = 0,588 \text{ м}^3/\text{с}$, плотность перекачиваемой нефти $\rho = 850 \text{ кг/м}^3$.

Найдём скорость течения жидкости по формуле:

$$v = \frac{Q}{S}, \quad (1)$$

где v – скорость течения нефти, м/с ;

$Q = 0,588$ – расход нефти, $\text{м}^3/\text{с}$;

S – площадь сечения нефтепровода, м^2 .

$R = 0,5$ – радиус нефтепровода, м .

Рассчитаем площадь сечения нефтепровода по формуле:

$$S = \pi \times R^2 = \pi \times 0,5^2 = 0,785 \text{ м}^2, \quad (2)$$

Скорость течения нефти рассчитываем по формуле (1):

$$v = \frac{0,588}{0,785} = 0,749 \text{ м/с} = 2,7 \text{ м/ч}.$$

Очистное устройство во время очистки нефтепровода движется вместе с потоком нефти, поэтому его скорость равна скорости нефти.

2.2 Определение сил воздействующих на очистное устройство при его движении в полости нефтепровода

Очистное устройство (ОУ) во время очистки приводится в движение давлением нефти в нефтепроводе. Величину силы воздействующей на ОУ

					Модернизация оборудования очистных устройств для очистки внутренней полости нефтепровода		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Шаламов В.В.			Расчетная часть	Лит.	Лист
Руковод.		Медведев В.В.					42
Консульт.							102
Утверд.		Шадрина А.В.				НИТПУ, ИШПР, ОНД, группа 2БМ71	

определим по формуле:

$$F = P \times S, \quad (3)$$

где F – сила, толкающая ОУ, H ;

$P = 4$ – давление в нефтепроводе, $МПа$;

Рассчитаем силу, толкающую ОУ по формуле (3):

$$F = 4 \cdot 10^6 \times 0,785 = 3140 \text{ кН} .$$

Силу трения, возникающую при движении ОУ, найдём по формуле:

$$F_{тр} = \mu \times m \times g, \quad (4)$$

где $F_{тр}$ – сила трения, H ;

$m = 787$ – масса ОУ, $кг$;

$g = 9,8$ – ускорение свободного падения, $м/с^2$;

$\mu = 0,3$ – коэффициент трения полиуретана по стали.

Рассчитаем силу трения по формуле (4):

$$F_{тр} = 0,3 \times 787 \times 9,8 = 2313,78 \text{ Н}$$

Чистящий диск на 10 мм больше внутреннего диаметра трубопровода, поэтому при движении ОУ в полости нефтепровода он изгибается и за счёт этого плотней прижимается к поверхности нефтепровода, что в свою очередь повышает качество очистки.

2.3 Определение режущей кромки чистящего диска

При использовании типового чистящего диска, угол резания в начале очистки составляет $134^0 25'$ и в за счёт истирания диска стремится к 90^0 . рассчитаем силу резания необходимую для срезания парафино-смолистых отложений толщиной 1 см. Силу резания рассчитаем по формуле:

$$F_p^\alpha = 8Ch \times (1 + 2,6l) \times (1 + 0,01\alpha), \quad (5)$$

где F_p^α – усилие резания при угле резания α , H ;

C – величина прямо пропорциональная сопротивлению резанию, $H/см^2$;

					Расчетная часть	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$h = 1$ – глубина резания, см ;

l – длина режущей кромки, м ;

α – угол резания, градусы.

Следует отметить, что между показаниями динамического плотномера (числом С) и статическим вдавливанием наконечника (стержня, клина или шарика) существует прямо пропорциональная зависимость.

$$C = \frac{K_{\Pi}}{50}, \quad (6)$$

где K_{Π} – показания статического плотномера, $H/см^2$;

Прочность парафина принимаем равной:

$$K_{\Pi} = 1,2 \text{ МПа} = 1,2 \cdot 10^6 \frac{H}{м^2} = 1,2 \cdot 10^2 \frac{H}{см^2}.$$

По формуле (6) рассчитаем величину С:

$$C = \frac{120}{50} = 2,4 \text{ Н/см}^2.$$

Длину режущей кромки принимаем равную длине окружности нефтепровода и находим по формуле:

$$l = 2\pi R = 2 \times \pi \times 0,5^2 = 3,141 \text{ м}. \quad (7)$$

По формуле (5) рассчитаем величину силы резания F_p^{α} :

$$F_p^{134,41} = 8 \times 2,4 \times 1^{2,35} \times (1 + 2,6 \times 3,341) \times (1 + 0,01 \times 134,41) = 435,96 \text{ Н},$$

Для уменьшения силы необходимой на срезание парафино-смолистых отложений, я предлагаю использовать режущий диск с очистными ножами.

Угол резания при этом будет составлять 45^0 .

Рассчитаем усилие резания по формуле (5), для диска с очистными ножами.

$$F_p^{45} = 8 \times 2,4 \times 1^{2,35} \times (1 + 2,6 \times 3,341) \times (1 + 0,01 \times 45) = 269,67 \text{ Н}.$$

2.4 Определение потерь расхода нефти во время очистки нефтепровода, при использовании различных форм трущихся поверхностей чистящих дисков

В процессе движения в полости нефтепровода, очистное устройство счищает парафино-смолистые отложения, откладывающиеся на стенках. Для удаления данных отложений с поверхности нефтепровода, очистному устройству необходимо затратить энергию, сообщаемую данному ОУ потоком нефти.

Определим затраты энергии необходимые для срезания парафино-смолистых отложений по формуле:

$$h_i = \frac{p_i}{g \times \rho}, \quad (14)$$

где h_i – потери напора на срезание парафино-смолистых отложений при i – том угле резания, $м$;

p_i – давление необходимое для срезания парафино-смолистых отложений при i – том угле резания, $Па$;

$g = 9,8$ – ускорение свободного падения, $м/с^2$;

$\rho = 850$ – плотность нефти, $кг/м^3$.

Давление необходимое для срезания парафино-смолистых отложений определим по формуле:

$$p_i = \frac{F_i}{S}, \quad (15)$$

где F_i – сила необходимая для срезания парафино-смолистых отложений при i – том угле резания, $Н$;

S – площадь поперечного сечения нефтепровода, $м^2$.

Для начала рассчитаем по формуле (15) давление необходимое для срезания парафино-смолистых отложений полиуретановым диском, который используется в очистных устройствах типа ПКМД, $Па$:

$$p_{134,41} = \frac{435,96}{0,78} = 558,92$$

Теперь рассчитаем по формуле (15) давление необходимое для срезания парафино-смолистых отложений режущим диском с очистными ножами:

$$p_{45} = \frac{269,67}{0,78} = 345,73 .$$

Используя полученные давления, найдём потери напора необходимые для срезания парафино-смолистых отложений полиуретановым диском, используемым в ОУ типа ПКМД по формуле (14), м:

$$h_{134,41} = \frac{558,92}{9,8 \times 850} = 0,067 .$$

Найдём потери напора необходимые для срезания парафино-смолистых отложений режущим диском с очистными ножами:

$$h_{45} = \frac{269,67}{9,8 \times 850} = 0,032 .$$

Рассчитаем напор в нефтепроводе, используя уравнение Бернулли, м:

$$H = z + \frac{p}{g \times \rho} + \frac{v^2}{2 \times g} , \quad (16)$$

где H – напор в нефтепроводе, м ;

$z = -24,92$ – разность геодезических отметок, м

$v = 0,75$ – скорость нефти в нефтепроводе, м/с .

$$H = -24,92 + \frac{4 \cdot 10^6}{9,8 \times 850} + \frac{0,75^2}{2 \times 9,8} = 455,31 .$$

Рассчитаем напор в нефтепроводе при движении ОУ, используя следующую формулу, м:

$$H_i = H - h_i , \quad (17)$$

где H_i – напор в нефтепроводе при i –том угле резания чистящего диска, м .

$$H_{134,41} = 455,31 - 0,067 = 455,243 ,$$

$$H_{45} = 455,31 - 0,032 = 455,278 .$$

При напоре равном $H = 455,31 \text{ м}$, расход равен $Q = 0,588 \text{ м}^3/\text{с}$, так как напор и расход находиться в прямо пропорциональной зависимости, составим пропорцию для нахождения расхода при напоре H_i , $\text{м}^3/\text{с}$:

$$\frac{H}{H_i} = \frac{Q}{Q_i}, \quad (18)$$

$$Q_{134,41} = \frac{0,588 \times 455,243}{455,31} = 0,587913474,$$

$$Q_{45} = \frac{0,588 \times 455,278}{455,31} = 0,587958674.$$

Определим потери расхода при проведении очистки нефтепровода по формуле, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$q_i = Q - Q_i, \quad (19)$$

$$q_{134,41} = 0,588 - 0,587913474 = 0,000086526,$$

$$q_{45} = 0,588 - 0,587958674 = 0,000041326.$$

Найдём среднее значение потерь расхода q_{cp}^1 для типового чистящего диска по формуле, $\text{м}^3/\text{с}$:

$$q_{cp} = \frac{\sum q_i}{n}, \quad (20)$$

$$q_{cp}^1 = \frac{0,000086526 + 0,000083943 + 0,000083943 + 0,00008136 + 0,00008136 + 0,000080068}{6} = 0,000082867.$$

Найдём среднее значение потерь расхода q_{cp}^2 для режущим диском с очистными ножами по формуле (20), $\text{м}^3/\text{с}$:

$$q_{cp}^2 = \frac{0,000041326 + 0,000040034 + 0,000038743 + 0,000037452 + 0,0000374526 + 0,00003616}{6} = 0,000038528.$$

Найдём среднее значение потерь расхода q_{cp}^1 для типового чистящего диска за все время движения ОУ по нефтепроводу, от НПС Каштан до НПС Ачинск по формуле:

$$q_{cp} = q_{cp} \times 3600 \times t, \quad (21)$$

где 3600 – количество секунд в часе;

$t = 31,13$ – время за которое ОУ пройдет расстояние от НПС Каштан до НПС Ачинск, ч.

$$q_{cp}^1 = 0,000082867 \times 3600 \times 31,13 = 9,286 \text{ м}^3.$$

Найдём среднее значение потерь расхода q_{cp}^2 для режущим диском с очистными ножами за все время движения ОУ по нефтепроводу, от НПС Каштан до НПС Ачинск по формуле (21):

$$q_{cp}^2 = 0,000038528 \times 3600 \times 31,13 = 4,137 \text{ м}^3.$$

Определим, сколько составят данные потери в денежном выражении. Цена на нефть марки Urals на 4 мая 2017 года, составила \$ 50,57 за баррель нефти. Один баррель нефти составляет 200 литров. Курс доллара равен 57,76 рубля за доллар. Следовательно, руб:

$$\$50,57 \times 57,76 = 2920,92$$

$$\text{Ц}_{1\text{м}^3} = 2920,92 \times 5 = 14604,6.$$

Потери при проведении очистки типовым чистящим диском составляют, руб:

$$\Pi_{cp}^1 = q_{cp}^1 \times \text{Ц}_{1\text{м}^3} \quad (22)$$

где Π_{cp}^1 - потери при проведении очистки типовым чистящим диском

q_{cp}^1 - среднее значение потерь расхода для типового чистящего диска.

$$\Pi_{cp}^1 = q_{cp}^1 \times 14604,6 = 9,286 \times 14604,6 = 135618,3.$$

Потери при проведении очистки режущим диском с очистными ножами составляют (формула (22)), руб:

$$\Pi_{cp}^2 = q_{cp}^2 \times 14604,6 = 4,137 \times 14604,6 = 60419,2.$$

					Расчетная часть	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8.2 Определение потерь расхода нефти во время очистки нефтепровода, при замене материала рамной конструкции ОУ

Рассчитаем массу стали в конструкции ОУ типа СКР 1. Для этого определим массу полиуретана используемого в данном ОУ в виде чистящих, ведущих и прокладочных дисков, а также манжеты.

Объём чистящего диска равен:

$$V_{\text{ч}} = S^{\text{ч}} \times h_{\text{ч}}, \quad (23)$$

где $V_{\text{ч}}$ – объём чистящего диска, м^3 ;

$S^{\text{ч}}$ – площадь чистящего диска, м^2 ;

$h_{\text{ч}} = 0,03$ – толщина чистящего диска, м .

Чистящий диск представляет собой кольцо, поэтому рассчитаем его площадь по наименьшему радиусу, м^2 :

$$S_{R1}^{\text{ч}} = \pi \times R_{\text{ч}1}^2,$$

где $S_{R1}^{\text{ч}}$ – площадь по наименьшему радиусу, м^2 ;

$R_{\text{ч}1} = 0,330$ – наименьший радиус чистящего диска, м .

$$S_{R1}^{\text{ч}} = \pi \times 0,330^2 = 0,342$$

Рассчитаем площадь чистящего диска по наибольшему радиусу:

$$S_{R2}^{\text{ч}} = \pi \times R_{\text{ч}2}^2 = \pi \times 0,510^2 = 0,801,$$

где $S_{R2}^{\text{ч}}$ – площадь чистящего диска по наибольшему радиусу, м^2 ;

$R_{\text{ч}2} = 0,510$ – наибольший радиус чистящего диска, м .

Площадь чистящего диска равна, м^2 :

$$S^{\text{ч}} = S_{R2}^{\text{ч}} - S_{R1}^{\text{ч}} = 0,801 - 0,342 = 0,459.$$

Объём чистящего диска равен (формула (23)), м^3 :

$$V_{\text{ч}} = 0,459 \times 0,03 = 0,013.$$

					Расчетная часть	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Объём ведущего диска равен:

$$V_B = S^B \times h_B, \quad (24)$$

где V_B – объём ведущего диска, $м^3$;

S^B – площадь ведущего диска, $м^2$;

$h_B = 0,04$ – толщина ведущего диска, $м$.

Ведущий диск представляет собой кольцо, его площадь по наименьшему радиусу, равна площади чистящего диска по наименьшему радиусу, $м^2$:

$$S_{R1}^B = S_{R1}^U = 0,342 ,$$

где S_{R1}^B – площадь ведущего диска по наименьшему радиусу, $м^2$;

Рассчитаем площадь ведущего диска по наибольшему радиусу, $м^2$:

$$S_{R2}^B = \pi \times R_{B2}^2 = \pi \times 0,490^2 = 0,754 ,$$

где S_{R2}^U – площадь ведущего диска по наибольшему радиусу, $м^2$;

$R_{B2} = 0,490$ – наибольший радиус ведущего диска, $м$.

Площадь ведущего диска равна, $м^2$:

$$S^B = S_{R2}^B - S_{R1}^B = 0,754 - 0,342 = 0,412 .$$

Объём ведущего диска равен (формула(24)), $м^3$:

$$V_B = 0,412 \times 0,04 = 0,016 .$$

Объём прокладочного диска равен:

$$V_{II} = S^{II} \times h_{II}, \quad (25)$$

где V_{II} – объём прокладочного диска, $м^3$;

S^{II} – площадь прокладочного диска, $м^2$;

$h_{II} = 0,04$ – толщина прокладочного диска, $м$.

					Расчетная часть	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Прокладочный диск представляет собой кольцо, его площадь по наименьшему радиусу, равна площади чистящего диска по наименьшему радиусу, м^2 :

$$S_{R1}^B = S_{R1}^U = S_{R1}^H = 0,342 ,$$

где S_{R1}^H – площадь прокладочного диска по наименьшему радиусу, м^2 ;

Рассчитаем площадь прокладочного диска по наибольшему радиусу, м^2 :

$$S_{R2}^H = \pi \times R_{H2}^2 = \pi \times 0,402^2 = 0,507 ,$$

где S_{R2}^U – площадь прокладочного диска по наибольшему радиусу, м^2 ;

$R_{B2} = 0,402$ – наибольший радиус прокладочного диска, м .

Площадь прокладочного диска равна, м^2 :

$$S^H = S_{R2}^H - S_{R1}^H = 0,507 - 0,342 = 0,165 .$$

Объём прокладочного диска равен (формула(25)), м^3 :

$$V_H = 0,165 \times 0,04 = 0,006 .$$

Объём манжеты, принимаем равным $V_M = 0,022 \text{ м}^3$ (12-СКР01.-00.000РЭ).

ОУ типа СКР 1 комплектуется четырьмя чистящими, двумя ведущими и шестью прокладочными дисками, а также одной манжетой. Рассчитаем общий объём полиуретана по формуле:

$$V_{\text{общ}} = (V_U \times n_U) + (V_B \times n_B) + (V_H \times n_H) + V_M , \quad (26)$$

где $V_{\text{общ}}$ – общий объём полиуретана в ОУ типа СКР 1, м^3 ;

$n_U = 4$ – количество чистящих дисков;

$n_B = 2$ – количество ведущих дисков;

$n_H = 6$ – количество прокладочных дисков.

$$V_{\text{общ}} = (0,013 \times 4) + (0,016 \times 2) + (0,006 \times 6) + 0,022 = 0,142 \text{ м}^3$$

					Расчетная часть	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитаем массу полиуретана по формуле, кг:

$$m_{\text{Пол}} = V_{\text{ОБЩ}} \times \rho, \quad (27)$$

где $m_{\text{Пол}}$ – масса полиуретана, кг ;
 $\rho = 1220$ – плотность полиуретана, кг/м³ .

$$m_{\text{Пол}} = 0,142 \times 1220 = 173,24 .$$

Масса ОУ типа СКР 1 равна $m_{\text{СКР1}} = 787 \text{ кг}$, следовательно, масса стали составляет, кг:

$$m_{\text{Ст}} = m_{\text{СКР1}} - m_{\text{Пол}} = 787 - 173,24 = 613,76 . \quad (28)$$

Объём стали, находим по формуле, м³:

$$V_{\text{Ст}} = \frac{m_{\text{Ст}}}{\rho} = \frac{613,76}{7870} = 0,077 \text{ м}^3, \quad (29)$$

где $\rho = 7870$ – плотность стали, кг/м³ .

Рассчитаем силу необходимую для передвижения ОУ типа СКР 1 в полости нефтепровода по формуле:

$$F_T^{\text{СКР1}} = \mu \times m_{\text{СКР1}} \times g, \quad (30)$$

где $F_T^{\text{СКР1}}$ – тяговое усилие необходимое для продвижения ОУ СКР1 в полости нефтепровода, Н ;
 $\mu = 0,3$ – коэффициент трения полиуретана по стали.

$$F_T^{\text{СКР1}} = 0,3 \times 787 \times 9,8 = 2313,78 \text{ Н} .$$

По формуле (15) рассчитаем давление необходимое для передвижения ОУ СКР 1 по нефтепроводу, Па:

					Расчетная часть	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$p^{СКР1} = \frac{2313,78}{0,78} = 2966,38 .$$

По формуле (14) рассчитаем потери напора необходимые для передвижения ОУ СКР 1 по нефтепроводу, м:

$$h^{СКР1} = \frac{2966,78}{850 \times 9,8} = 0,35 .$$

По формуле (17) рассчитаем напор в нефтепроводе при движении ОУ СКР1, м:

$$H^{СКР1} = 455,31 - 0,35 = 454,96 .$$

Из пропорции (18) определим расход нефтепровода при движении ОУ СКР1, м³/с:

$$Q^{СКР1} = \frac{0,588 \times 454,96}{455,31} = 0,587548 .$$

Определим потери расхода при проведении очистки нефтепровода ОУ СКР1 по формуле (19) , м³/с:

$$q^{СКР1} = 0,588 - 0,587548 = 0,000452 .$$

Найдём потери расхода при проведении очистки ОУ СКР1 за все время движения ОУ по нефтепроводу, от НПС Каштан до НПС Ачинск по формуле (21), м³:

$$q^{СКР1} = 0,000452 \times 3600 \times 31,13 = 50,65 ,$$

В денежном выражении это составит (формула (22)), руб:

$$П^{СКР1} = q^{СКР1} \times 9113,8 = 50,65 \times 9113,8 = 461613,97 .$$

В своём проекте мы предлагаем заменить материал рамной конструкции ОУ СКР1, сталь 17ГС, на более лёгкий, коррозионно стойкий сплав на основе алюминия. Так как, нам известен объём материала для изготовления рамной конструкции ОУ, рассчитаем массу алюминиевого сплава, необходимую для изготовления рамной конструкции. Алюминиевый сплав на 85 % состоит из

					Расчетная часть	Лист
						53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

алюминия и 15 % из Al_2O_3 (оксид алюминия). Массу алюминия находим по формуле, кг:

$$m_{Al} = V_M \times \rho \times 0,85, \quad (31)$$

где m_{Al} – масса алюминия, кг ;

V_M – объём материала необходимого для изготовления рамной конструкции ОУ,

$\rho = 2700$ – плотность алюминия, кг/м³ .

$$m_{Al} = 0,077 \times 2700 \times 0,85 = 176,715 .$$

Масса Al_2O_3 (оксид алюминия) равна:

$$m_{Al_2O_3} = V_M \times \rho \times 0,15, \quad (32)$$

где $m_{Al_2O_3}$ – масса глинозёма, кг ;

$\rho = 3700$ – плотность глинозёма, кг/м³ .

$$m_{Al_2O_3} = 0,077 \times 3700 \times 0,15 = 42,735 .$$

Из полученных расчётов делаем вывод, что масса ОУ будет равна, кг:

$$m_{OU} = m_{Пол} + m_{Al} + m_{Al_2O_3} = 173,24 + 176,715 + 42,735 = 392,69 . \quad (33)$$

На рисунке (11) изображена диаграмма отражающая массу ОУ СКР1 и ОУ из алюминия.

Рассчитаем силу необходимую для передвижения ОУ в полости нефтепровода по формуле (30):

$$F_T^{Oy} = 0,3 \times 392,69 \times 9,8 = 1154,5 \text{ Н} .$$

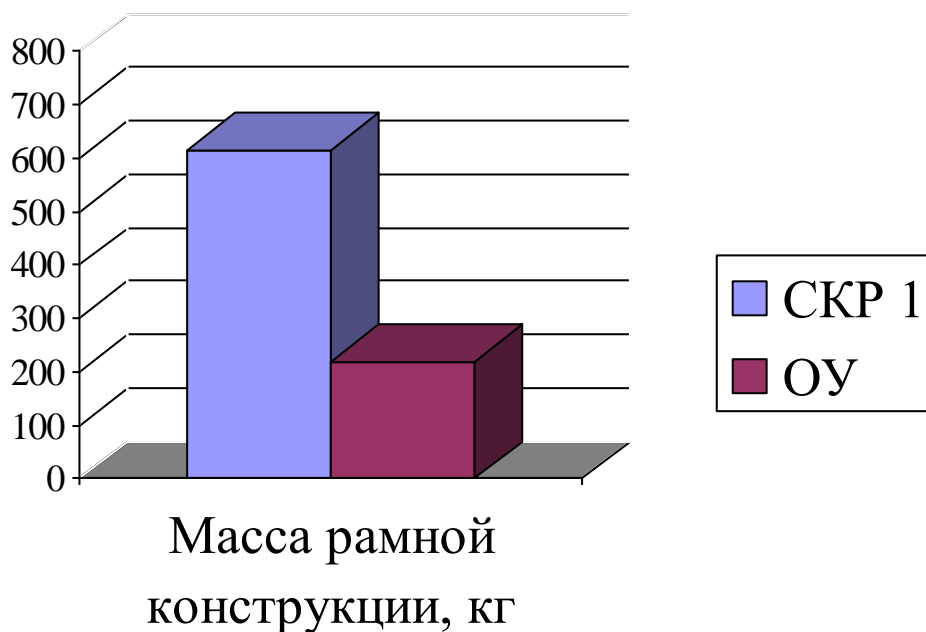


Рисунок 11 – Масса рамной конструкции ОУ СКР1 и ОУ из алюминия
По формуле (15) рассчитаем давление необходимое для передвижения ОУ по нефтепроводу, Па:

$$p^{oy} = \frac{1154,5}{0,78} = 1480,13 \text{ .}$$

По формуле (14) рассчитаем потери напора необходимые для передвижения ОУ по нефтепроводу, м:

$$h^{oy} = \frac{1480,13}{850 \times 9,8} = 0,177 \text{ .}$$

По формуле (17) рассчитаем напор в нефтепроводе при движении ОУ, м:

$$H^{oy} = 455,31 - 0,177 = 455,133 \text{ .}$$

Из пропорции (18) определим расход нефтепровода при движении ОУ, м³/с:

$$Q^{oy} = \frac{0,588 \times 455,133}{455,31} = 0,587771 \text{ .}$$

Определим потери расхода при проведении очистки нефтепровода ОУ по формуле (19), м³/с:

$$q^{oy} = 0,588 - 0,58777 = 0,000228 .$$

Найдём потери расхода при проведении очистки ОУ за все время движения ОУ по нефтепроводу, от НПС Каштан до НПС Ачинск по формуле (21), м³:

$$q^{oy} = 0,000228 \times 3600 \times 31,13 = 25,61 ,$$

В денежном выражении это составит (формула (22)), руб:

$$\Pi^{oy} = q^{oy} \times 9113,8 = 25,61 \times 9113,8 = 233466,47 .$$

					Расчетная часть	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8.3 Расчет потерь электроэнергии

Потребляемая мощность насосного агрегата определим по формуле:

$$N = \frac{N_{\Pi}}{\eta}, \quad (34)$$

где N – потребляемая мощность насосного агрегата, $Bm \times ч$;
 $\eta = 0,98$ – коэффициент полезного действия насосного агрегата НМ 7000-210;
 N_{Π} – полезная мощность насосного агрегата, $Bm \times ч$.

Полезная мощность насосного агрегата определим по формуле:

$$N_{\Pi} = Q \times p. \quad (35)$$

Суммарные потери расхода при проведении очистки ОУ типа СКР1 равны, $м^3/с$:

$$Q_{\Pi}^{СКР1} = q_{cp}^1 + q^{СКР1} = 0,000082867 + 0,000452 = 0,000534867, \quad (36)$$

$$Q_{\Pi}^{СКР1} = 0,000534867 \times 3600 = 1,925 \text{ } м^3/ч.$$

Суммарные потери давления при проведении очистки ОУ типа СКР1 равны. Па:

$$p_{cp} = \frac{\sum p_i}{n}, \quad (37)$$

$$p_{cp}^1 = \frac{558,92 + 547,58 + 543,51 + 531,5 + 528,51 + 519,46}{6} = 538,246$$

					Расчетная часть	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$P_{\Pi}^{CKP1} = p_{cp}^1 + p^{CKP1} = 538,246 + 2966,38 = 3504,626.$$

По формуле (35) найдём полезную мощность:

$$N_{\Pi}^{CKP1} = 1,925 \times 3504,626 = 6746,405 \text{ Вт} \times \text{ч}.$$

Потребляемую мощность найдём по формуле (34):

$$N^{CKP1} = \frac{6746,405}{0,98} = 6884,08 \text{ Вт} \times \text{ч}.$$

Стоимость 1 кВт×ч 57,47 копеек, следовательно, руб:

$$C_{1\text{кВт} \times \text{ч}} = 6884,08 \times 10^{-3} \times 57,47 = 3,95.$$

Суммарные потери расхода при проведении очистки ОУ типа СКР1 равны (формула (36)), м³/с:

$$Q_{\Pi}^{OY} = q_{cp}^2 + q^{OY} = 0,000038528 + 0,000228 = 0,000266528,$$

$$Q_{\Pi}^{OY} = 0,000266528 \times 3600 = 0,959 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Суммарные потери давления при проведении очистки ОУ равны (формула (37)), Па:

$$p_{cp}^2 = \frac{345,73 + 333 + 324,82 + 312,94 + 311,87 + 304,85}{6} = 322,201$$

$$P_{\Pi}^{OY} = p_{cp}^2 + p^{OY} = 322,201 + 1480,13 = 1802,331.$$

					Расчетная часть	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По формуле (35) найдём полезную мощность, Вт×ч:

$$N_{\Pi}^{OY} = 0,959 \times 1802,331 = 1803,29.$$

Потребляемую мощность найдём по формуле (34), Вт×ч :

$$N^{OY} = \frac{1803,29}{0,98} = 1840,09.$$

Стоимость 1 кВт×ч 57,47 копеек, следовательно, руб:

$$C_{1\text{кВт}\times\text{ч}} = 1840,09 \times 10^{-3} \times 57,47 = 1,05.$$

Общие потери при проведении очистки ОУ типа СКР1 определим по формуле, руб:

$$P_{\text{ОБЩ}}^{\text{СКР1}} = Q_{\Pi}^{\text{СКР1}} \times 9113,8 \quad (38)$$

$$P_{\text{ОБЩ}}^{\text{СКР1}} = 1,925 \times 9113,8 = 17544$$

Общие потери, при проведении очистки, ОУ рамная конструкция которого изготовлена из композита на основе алюминия, а чистящие диски имеют режущую кромку, определим по формуле (38), руб:

$$P_{\text{ОБЩ}}^{OY} = Q_{\Pi}^{OY} \times 9113,8 = 0,959 \times 9113,8 = 8740$$

$$P_{\text{ОБЩ}}^{OY} 0,959 \times 9113,8 = 8740$$

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1 Расчёт нормативной продолжительности выполнения работ

В настоящее время состояние трубопроводных транспортных систем оставляет желать лучшего. Даже на недавно запущенных ветках случаются аварии, которые ведут к дополнительным затратам[26]. Поэтому необходимо постоянно следить за текущим состоянием систем трубопроводного транспорта, при этом немалую роль играет своевременная очистка трубопровода. Но, несмотря на соблюдение всех требований к эксплуатации системы, случаются аварии, в которых, при их ликвидации, одним из важных критериев является время и качество работы.

Нормы времени на очистку внутренней полости магистрального нефтепровода указаны в таблице 3.1. Состав бригады - 4 чел.

Таблица 3.1– Нормы времени на очистку нефтепровода

№ п/п	Наименование работ	Продолжительность работ, час	Состав бригады
1	Технологические переключения, открытие и закрытие задвижек	4	4
2	Стравливание газовоздушной смеси	2	4
3	Дренаж нефтепродукта из камеры пуска, приема очистного устройства	4	4
4	Запасовка очистного устройства	4	4
5	Блокировка камеры пуска, приема очистного устройства	2	4
6	Подача нефтепродукта в камеру пуска очистного устройства	3	4
7	Отслеживание местоположения очистного устройства на нефтепроводе	18	4
8	Прием и извлечение очистного устройства	10	4
9	Оформление документов	1	1
	Продолжительность работ по очистке, итого	48	

					Модернизация оборудования очистных устройств для очистки внутренней полости нефтепровода						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Шаламов В.В.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение			Лит.	Лист	Листов	
Руковод.										60	
Конульт.		Романюк В.В.						НИТПУ, ИШПР, ОНД, группа 2БМ71			

Составим линейные календарные графики проведения работ по очистке внутренней полости нефтепровода (Таблицы 3.2).

Таблица 3.2– График проведения очистки нефтепровода

Вид работ	Всего часов	Дни					
		1		2		3	
Подготовительные работы	6						
Очистка нефтепровода	32						
Демонтаж оборудования	10						
Итого	48						

3.2 Расчет сметной стоимости работ произведем ресурсным методом.

Ресурсный метод - калькулирование в текущих (прогнозных) ценах и тарифах ресурсов (элементов затрат), необходимых для реализации проектного решения. При составлении смет используются натуральные измерители расхода материалов и конструкций, затрат времени эксплуатации машин и оборудования, затраты труда рабочих, а цены на указанные ресурсы принимаются текущие (т.е. на момент составления смет). Использование данного метода позволяет определить сметную стоимость объекта на любой момент времени.

Основу сметного расчёта составляют затраты на материальные ресурсы, трудовые затраты на заработную плату и страховые взносы, а также амортизация основных фондов. Проведем расчет данных затрат на очистку внутренней полости нефтепровода (Таблицы 3.3).

Таблица 3.3 – Расчет стоимости материалов на проведение работ по очистке нефтепровода

Наименование материала, единица измерения	Норма расхода материала, шт.	Цена за единицу, руб./шт.	Стоимость материалов, тыс. руб.
Ведущий диск	1	12960	12960
Чистящий диск	3	11885	35655
Манжета	2	24634	49268
Итого			97883

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист 61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

К расходам на оплату труда относятся суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда. Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др. Начисления стимулирующего или компенсирующего характера – надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др.

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др. Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования. Расчет заработной платы можно свести в таблицы 3.4

Таблица 3.4 – Расчет заработной платы при проведении работ по очистке нефтепровода

Должность	Количество	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Норма времени на проведение мероприятия, ч.	Заработная плата, руб.
Инженер	1	5	157	6	942
Трубопроводчик линейный	2	4	123	32	7872
Электрик	1	4	117	8	936
Водитель	1		114	2	228
Итого				48	9978

Страховые взносы определяются согласно установленным Налоговым кодексом РФ. Основная сумма страховых взносов складывается из страховых взносов в государственные внебюджетные фонды и страховых взносов в фонд социального страхования на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, составляющих 30% и 0,2% соответственно от фонда заработной платы (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Страховые взносы

Вид работ	Сумма страховых взносов, руб.
Очистка нефтепровода	2784

Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части. Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицы 3.6 для каждого метода соответственно.

Таблица 3.6 – Расчет амортизационных отчислений при проведении работ по очистке нефтепровода

Наименование объекта основных фондов	Количество	Балансовая стоимость, тыс. руб.		Годовая норма амортизации, %	Сумма амортизации, тыс. руб./смену
		одного объекта	всего		
Автомобиль КАМАЗ	1	1762	1762	10	35,24
ИТОГО		1762	1762		35,24

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма прямых затрат на проведение организационно-технического мероприятия по форме таблиц 3.7

Таблица 3.7 – Затраты на проведение очистки нефтепровода

Состав затрат	Сумма затрат, руб.
1. Материальные затраты	97883
2. Затраты на оплату труда	9978
3. Страховые взносы	2784
4. Амортизационные отчисления	35240
Итого основные расходы	145885

Составим общую смету затрат на проведение работ по очистке внутренней полости нефтепровода (Таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Смета затрат на выполнение работ по очистке нефтепровода

№ п/п	Статьи затрат	Сумма затрат, руб.
1	Оплата работ, выполняемых соисполнителями	0,00
2	Спецоборудование	0,00
3	Материалы и комплектующие	97883,00
4	Оплата труда	9978,00
5	Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды	2766,00
6	Амортизация основных средств	35240,00
7	Накладные расходы	14586,70
8	Командировки и служебные разъезды	0,00
9	Прочие расходы, в т.ч.:	61,05
9.1	Оплата транспортных услуг	0,00
9.2	Оплата услуг связи	4,24
9.3	Коммунальные услуги	56,81
10	Итого собственных затрат	160514,75

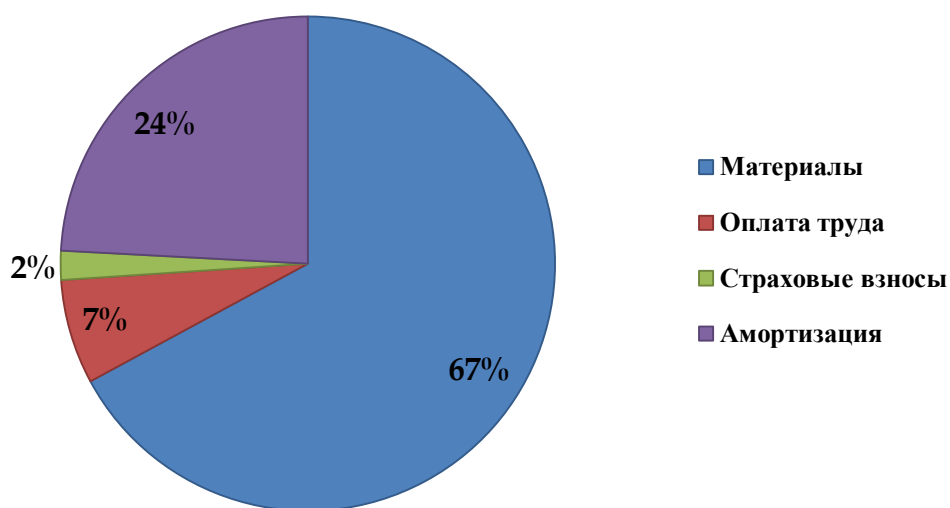


Рисунок 1.11 – Затраты на проведение работ по очистке нефтепровода

В данном разделе была представлена нормативная продолжительность цикла работ и линейный календарный график по очистке внутренней полочки магистрального нефтепровода, проведен расчет затрат на материалы, оборудования и оплату труда специалистов и построена диаграмма сметной стоимости выполнения работ. В результате вычислений получили, что на проведение данной работы потребуется 160514,75 рублей.

4 Социальная ответственность

Перед организацией периодической очистки нефтепровода необходимо убедиться, что проходное сечение подвергаемого очистке трубопровода не менее 85% от внешнего диаметра труб по результатам пропусков скребка – калибра или снаряда – профилемера.

При необходимости очистки нового нефтепровода или нефтепровода, на котором в промежутках между очистками производился ремонт, а также при организации очистки нефтепроводов, ранее не обследованных внутритручными инспекционными снарядами, оценка пропускного сечения трубопровода осуществляется путем пропуска скребка – калибра.

Пропуск скребка – калибра оформляется соответствующим актом и результаты заносятся в журнал учета очистки нефтепровода. По результатам пропуска скребка – калибра принимается решение о возможности пропуска очистных устройств. При наличии в трубопроводе сужений проходного сечения превышающих 15%, принимаются меры по обнаружению месторасположения таких сужений при помощи профилемера и меры по их удалению.

Перед запуском очистного устройства должна быть произведена проверка исправности, лёгкости полного открытия и закрытия линейных задвижек, а также задвижек камер пуска и приёма. Все неисправности должны быть устранены.

4.1 Производственная безопасность

Запуск и прием очистных устройств осуществляется с помощью камер запуска и приема средств очистки и диагностики, которые размещаются на площадках открытого типа. Камеры предназначены для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным

					Модернизация оборудования очистных устройств для очистки внутренней полости нефтепровода						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Социальная ответственность			Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Шаламов В.В.								65	
Руковод.								НИТПУ, ИШПР, ОНД, группа 2БМ71			
Консульт.		Грязнова Е.Н.									

Рассмотрим основные элементы производственного процесса, которые формируют опасные и вредные факторы при выполнении очистных мероприятий внутренней полости трубопровода в таблице 4.1.

Наименования работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Вскрытие и закрытие камер пуска приема средств очистки и диагностики; 2. Запасовка и запуск очистного устройства; 3. Перестановка запорной арматуры; 4. Прием и извлечение очистного устройства.	1. Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; 2. Превышение уровня шума; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны; 5. Повреждения в результате контакта с насекомыми.	1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования; 2. Пожаровзрывоопасность на рабочем месте; 3. Поражение электрическим током.	СанПиН 2.2.4.1294-03 [29] ГОСТ 12.1.003-2014 [32] ГОСТ 12.1.046-2014 [33] ГОСТ 12.1.005-88 [34] Р 3.5.2.2487-09 [35] ГОСТ 12.2.003-91 [36] ГОСТ 12.1.010-76 [37] ГОСТ 12.1.038-82 [38]

Рассмотрим вредные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении мероприятий по очистке внутренней полости нефтепровода, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов. [26].

4.1.1.1 Отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе

В настоящее время для оценки допустимости проведения работ и их нормирования на открытом воздухе используется понятие предельной жесткости погоды (эквивалентная температура, численно равная сумме отрицательной температуре воздуха в градусах Цельсия и удвоенной скорости ветра в м/с), устанавливаемая для каждого района решением местных региональных органов управления.

Предельная жесткость погоды, ниже которой не могут выполняться работы на открытом воздухе, колеблется в пределах от -40 до -45 °С.

При эквивалентной температуре наружного воздуха ниже -25 °С работающим на открытом воздухе или в закрытых необогреваемых помещениях, а также грузчикам, занятым на погрузочно-разгрузочных работах, и другим работникам, ежечасно должен быть обеспечен обогрев в помещении, где необходимо поддерживать температуру около +25 °С.

Работающие на открытом воздухе должны быть обеспечены в зимнее время спецодеждой и спецобувью с повышенным суммарным тепловым сопротивлением. При работах, связанных с ограниченностью движения, следует применять спецодежду и спецобувь со специальными видами обогрева.

Работники должны быть обучены мерам защиты от обморожения и оказанию доврачебной помощи[27].

Воздействие нагревающего микроклимата оказывает вредное влияние на организм работающего, способствуя ухудшению самочувствия, понижению работоспособности и нарушению здоровья.

Для профилактики перегревания организма необходимо организовать рациональный режим работы. При температуре наружного воздуха 35 °С и выше продолжительность периодов непрерывной работы должна составлять 15 - 20 минут с последующей продолжительностью отдыха не менее 10 - 12 минут в охлаждаемых помещениях.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В помещении, в котором осуществляется нормализация теплового состояния человека после работы в нагревающей среде, температуру воздуха, во избежание охлаждения организма вследствие большого перепада температур и усиленной теплоотдачи испарением пота, следует поддерживать на уровне 24 - 25 °С.

Для защиты от прямого воздействия солнца в зоне проведения работ используются каркасно-тентовые сооружения, навесы, шалаши. Рабочие должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты: одеждой из плотных сортов ткани, головной убор, плащ водозащитный, костюм водоотталкивающий, сапоги (ботинки), перчатки.

Для профилактики нарушения водного баланса работающих в условиях нагревающего микроклимата следует обеспечивать им полное возмещение жидкости, растворимых в воде витаминов, солей и микроэлементов, выделяемых из организма с потом. Наиболее оптимальной является температура жидкости, равная 12 – 15 °С [28].

4.1.1.2 Превышение уровней шума

Длительное воздействие шумов отрицательно сказываются на эмоциональном состоянии персонала, а также может привести к ухудшению слуха. Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 эквивалентный уровень шума (звука) не должен превышать 80 дБА[32]. Для предотвращения негативного воздействия шума на рабочих используются средства коллективной и индивидуальной защиты.

Различают три формы воздействия:

- утомление слуха,
- шумовую травму
- профессиональную тугоухость.

Первая характеризуется острым утомлением клеток уха и может стать причиной развития профессиональной тугоухости.

Шумовая травма может возникнуть при воздействии высокого звукового давления – при взрывах, испытаниях мощных реактивных

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

двигателей и т.п. При этом у пострадавших наблюдается головокружение, шум и боль в ушах, а также поражение барабанной перепонки.

Профессиональная тугоухость ведет к снижению слуха вплоть до его полной потери.

Коллективные средства защиты:

- борьба с шумом в самом источнике;
- борьба с шумом на пути распространения (экранирование рабочей зоны, звукоизоляция).
- средства индивидуальной защиты: наушники; ушные вкладыши (бируши) [32]

4.1.1.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Свет является одним из важнейших условий существования человека.

Согласно ГОСТ 12.0.003- 2015 недостаточная освещенность рабочей зоны является вредным производственным фактором, который может вызвать ослепленность или привести к быстрому утомлению и снижению работоспособности.

Свет влияет на физиологическое состояние человека, правильно организованное освещение стимулирует протекание процессов высшей нервной деятельности и повышает работоспособность. При недостаточном освещении человек работает менее продуктивно, быстро устает, растет вероятность ошибочных действий, что может привести к травматизму. В зависимости от длины волны, свет может оказывать возбуждающее (оранжево-красный) или успокаивающее (желто-зеленый) действие[30].

Согласно ГОСТ 12.4.011-89 к средствам нормализации освещенности производственных помещений рабочих мест относятся[31]:

- источники света;
- осветительные приборы;
- световые проемы;
- светозащитные устройства;
- светофильтры;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

Контроль воздушной среды должен проводиться в зоне дыхания при характерных производственных условиях посредством газоанализатора или рудничной лампы. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК). При работе в местах, где концентрация вредных веществ в воздухе может превышать ПДК, работников должны обеспечивать соответствующими противогазами[34].

4.1.1.5 Повреждения в результате контакта с насекомыми

В районах где имеются кровососущие насекомых и клещи, работников должны обеспечивать антимоскитными и противозэнцефалитными костюмами.

Также применяют репеллентные средства. Репелленты - химические вещества, обладающие свойством отпугивать живые организмы.

Репеллентные средства относятся к дезинсекционным средствам, предназначенным для отпугивания вредных животных от тела человека.

В качестве действующих веществ в репеллентных средствах используют вещества, зарегистрированные в Российской Федерации для этих целей. В настоящее время используют следующие репелленты: диэтилтолуамид (ДЭТА), ИР3535, диметилфталат (ДМФ) и акреп.

В целях профилактики ставятся прививки от клещевого энцефалита. Также необходимо проводить осмотр одежды и тела 3-4 раза в день [35].

4.1.2 Анализ опасных производственных факторов и мероприятия по их устранению

Рассмотрим опасные производственные факторы, которые действуют или могут воздействовать на организм человека при проведении мероприятий по очистке внутренней полости нефтепровода, а также рассмотрим нормативные значения этих факторов и мероприятия, направленные на снижение или устранение этих факторов[26].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

4.1.2.1 Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования

Работы по запасовке внутритрубных диагностических устройств производят при помощи привлекаемой техники. Опасным фактором является подъем механизмов и перемещение техники. К работе допускается аттестованный персонал, имеющие удостоверение и допуск к данной работе, прошедший инструктаж на рабочем месте. Работы производятся только тем персоналом, которые находятся в списке наряда – допуска с личной подписью работника. Во избежание травм работники должны применять средства индивидуальной защиты, спецодежды и производить работы только в присутствии ответственного за производство работ.

К средствам защиты от воздействия механических факторов относятся устройства:

- оградительные;
- автоматического контроля и сигнализации;
- предохранительные;
- дистанционного управления;
- тормозные;
- знаки безопасности [36].

4.1.2.2 Пожаровзрывоопасность на рабочем месте

Объекты магистральных нефтепроводов отличаются высокой пожаровзрывоопасностью, относятся к категории «А» повышенной пожаровзрывоопасности. Причинами взрывов и пожаров могут быть не только халатное и небрежное обращение с открытым огнем, но и ошибки в проектировании, нарушение технологического процесса, неисправность, перегрузка или неправильное устройство электрических сетей, производственного оборудования, разряды статического электричества, неисправность установок и систем.

Возникновения горения возможно при наличии: горючего вещества, окислителя и импульса. Импульсом может быть: открытый огонь, искра

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

(электрическая, статическая или от удара металлических предметов), молния. При содержании в воздухе от 4,4% (НКПВ) до 17% (ВКПВ) образуется смесь, которая взрывается от любой искры.

Пожарную защиту КПП СОД обеспечивает автоматическая система пенотушения, которая включает в себя средства обнаружения пожара, системы сигнализации, управления, пожаротушения. Срабатывание системы пенотушения происходит автоматически, дистанционно или вручную.

Первичными средствами пожаротушения являются:

- пожарный щит;
- песок и земля;
- огнетушитель ОП-5 и ОП-50 – 2 шт.;
- лопата (штыковая и совковая) – 2шт.;
- пожарный водоем [37].

4.1.2.3 Поражение электрическим током

Источником поражения электрическим током могут являться плохо изолированные токопроводящие части, провода. Известно, что поражение человека электрическим током возможно лишь при замыкании электрической цепи через тело человека, т.е. при прикосновении человека к сети не менее чем в двух точках с разностью потенциалов. Опасное воздействие на людей электрического тока проявляется в виде электротравм (ожоги, металлизация кожи, механические повреждения), электрического удара и профессиональных заболеваний. Значение напряжения в электрической цепи должно быть не более 50 мА[38].

Причины электротравматизма: халатное отношение работников к работе, недостаточно изолированные токоведущие части, провода.

Коллективные средства электрозащиты:

- изоляция токопроводящих частей (проводов) и ее непрерывный контроль,
- установка оградительных устройств,
- предупредительная сигнализация и блокировка,

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов,
- применение малых напряжений,
- защитное заземление,
- зануление,
- защитное отключение.

Изолирующие средства защиты: диэлектрические перчатки, инструменты с изолированными рукоятками, резиновые коврики, диэлектрические боты, изолирующие подставки[38]

4.2 Экологическая безопасность

4.2.1 Защита атмосферы

Загрязняющие вещества могут попадать в атмосферу при нарушениях в работе оборудования, износе уплотнений, ремонтных работах, связанных с разгерметизацией трубопровода.

Таким образом, в атмосферу могут попасть такие вещества, как легкие газообразные углеводороды (метан, этан, пропан, бутан), относящиеся к четвертому классу опасности, сероводород относящийся ко второму классу опасности, этилмеркаптан относящийся ко второму классу опасности по ГОСТ 12.1.005-88 [39].

Мероприятия по защите атмосферы:

1. Проверка оборудования на прочность и герметичность.
2. Неукоснительное соблюдение согласованных технологических режимов работы оборудования.
3. Своевременная замена уплотнений оборудования и запорной арматуры.
4. Использование системы контроля загазованности.

4.2.2 Защита гидросферы

Основные источники загрязнения рек и водоемов нефтью и нефтепродуктами при транспортировке их по магистральным трубопроводам – аварийные утечки при отказах подводных переходов. Наиболее распространенные причины аварии подводных трубопроводов: деформации

вследствие потери устойчивости, механических ударов, резонансовые явления на размытых участках переходов, нарушения гидроизоляционного покрытия и коррозия.

В результате загрязнения воды нефтью изменяются ее физические, химические и органолептические свойства, ухудшаются условия обитания в воде организмов и растительности, затрудняются все виды водопользования.

По степени загрязненности воды и ожидаемым последствиям различают четыре категории загрязнения. Влияние нефти и нефтепродуктов на водоем проявляется в ухудшении физических свойств воды (замутнение, изменение цвета, вкуса, запаха), отравлении воды токсическими веществами, образовании поверхностной пленки нефти и осадка на дне водоема, понижающей содержание кислорода [40].

В настоящее время методы очистки воды подразделяются на:

- Механический метод. Сущность механического метода состоит в том, что нефть удаляется из воды путем её отстаивания и фильтрации с последующим её улавливанием специальными устройствами - нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками или вручную.
- Химический метод, он заключается в том, что в воду добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с нефтью и осаждают её в виде нерастворимых осадков.
- Физико-химический метод. При данном методе очистки воды от нефти из воды удаляются тонко дисперсные и растворенные примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества нефти.

4.2.3 Защита литосферы

Строительство трубопроводов в северных районах оказывает влияние на литосферу. Проходка траншей локально изменяет режим питания растительного покрова влагой, нарушает теплофизическое равновесие, растепляет многолетнемерзлые грунты, приводит к гибели чувствительный к

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

механическому и другому воздействиям растительный покров малоземельной тундры. При растеплении, происходит процесс эрозии. Эрозия наносит ущерб окружающей среде втрое: разрушает естественные или созданные в сооружениях геометрические формы, следствием чего обычно становится утрата устойчивости и эстетические дефекты; перемещает грунтовые частицы во взвешенном состоянии в водных потоках, создавая отложения частиц в местах сноса вследствие смыва грунта с обочин, образование промоин, загрязняя земли, ухудшая плодородие почвы. Эрозии сильно подвергаются мелкозернистые пылеватые пески, пылеватые суглинки, глины лессы, лессовидные суглинки [40].

Для предотвращения воздействия на литосферу, используют технологические решения:

- Использование тепловой изоляции;
- Применение конструктивных решений свайных опор;
- Применение сезонных охлаждающих устройств;
- Сезонную откачку воды и подсыпку, растеплённого грунта.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация; ЧС: Обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Чрезвычайные ситуации на трубопроводном транспорте могут возникнуть по различным причинам, например:

- паводковые наводнения;
- лесные пожары;
- террористические акты;
- по причинам техногенного характера (аварии) и др.
- Аварии могут привести к чрезвычайным ситуациям.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

- Возможными причинами аварий могут быть:
- ошибочные действия персонала при производстве работ;
- отказ приборов контроля и сигнализации;
- отказ электрооборудования и исчезновение электроэнергии;
- производство ремонтных работ без соблюдения необходимых
- организационно-технических мероприятий;
- старение оборудования (моральный или физический износ);
- коррозия оборудования;
- гидравлический удар;
- факторы внешнего воздействия (ураганы, удары молнией и др.

При работе на камере приема пуска средств очистки и диагностики могут произойти следующие чрезвычайные ситуации: разгерметизация камеры с аварийным выбросом вредных веществ в атмосферу, вследствие чего может произойти пожар, взрыв.

Нефтепродукты являются пожароопасными и взрывоопасными веществами. При неправильной организации технологического процесса или несоблюдении определенных требований возникают пожары и взрывы, которые приводят к авариям, термическим ожогам и травмированию работников. Аварии сопровождаются выбросом некоторого количества нефтепродуктов. Аварии наносят значительный ущерб экономике, окружающей среде и здоровью человека из-за высокой токсичности нефти и нефтепродуктов.

В случае возникновения аварийной ситуации необходимо немедленно вывести людей из зоны производства работ. Численность смены составляет 5 человек. Персонал станции полностью обеспечен индивидуальными и медицинскими средствами защиты[41].

Действия при пожаре и взрыве:

При обнаружении возгорания реагируйте на пожар быстро, используя все доступные способы для тушения огня (песок, воду, огнетушители и т.д.).

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Если потушить огонь в кратчайшее время невозможно, вызовите пожарную охрану предприятия (при ее наличии) или города (по телефону 01).

При эвакуации горящие помещения и задымленные места проходите быстро, задержав дыхание, защитив нос и рот влажной плотной тканью. В сильно задымленном помещении передвигайтесь ползком или пригнувшись – в прилегающем к полу пространстве чистый воздух сохраняется дольше.

Отыскивая пострадавших, окликните их. Если на человеке загорелась одежда, помогите сбросить ее либо набросьте на горящего любое покрывало и плотно прижмите. Если доступ воздуха ограничен, горение быстро прекратится. Не давайте человеку с горящей одеждой бежать.

Не подходите к взрывоопасным предметам и не трогайте их. При угрозе взрыва ложитесь на живот, защищая голову руками, дальше от окон, застекленных дверей, проходов, лестниц. Если произошел взрыв, примите меры к недопущению пожара и паники, окажите первую медицинскую помощь пострадавшим.

При повреждении здания пожаром или взрывом входите в него осторожно, убедившись в него осторожно, убедившись в отсутствии значительных повреждений перекрытий, стен, линий электро-, газо- и водоснабжения, утечек газа, очагов пожара.

Если Вы проживаете вблизи взрывоопасного объекта, будьте внимательны. Сирены и прерывистые гудки предприятий (транспортных средств) означают сигнал "Внимание - ВСЕМ!". Услышав его, немедленно включите громкоговоритель, радиоприемник или телевизор. Прослушайте информационное сообщение о чрезвычайной ситуации и действуйте согласно указаниям территориального ГО и ЧС.

Меры по ликвидации последствий:

Ликвидация аварий нефтепровода может быть выполнена методами постоянного или временного ремонта. К постоянным методам относится вырезка катушки или участка нефтепровода с повреждением и заварка новой катушки или секции трубы, заварка свищей с установкой "чопиков"

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

(металлических пробок), приварка патрубков с заглушками .

В качестве временного метода аварийного ремонта могут быть применены на срок не более одного месяца установка необжимной приварной муфты, муфты с коническими переходами, галтельные муфты, с обязательной последующей заменой их с применением методов постоянного ремонта.

Восстановление аварийного участка нефтепровода путем вырезки и замены на новый проводится при: разрыве кольцевого монтажного шва; разрыве продольного сварного шва или металла трубы [42].

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Нормальная продолжительность рабочего времени работников организаций не может превышать 40 часов в неделю.

Продолжительность рабочего времени при суммированном учете рабочего времени (в том числе и при вахтовом методе работ) должна быть не более 12 часов в сутки при условии, что продолжительность рабочего времени не превышает нормального числа рабочих часов за учетный период.

В каждом рабочем году работник имеет право на ежегодный основной оплачиваемый отпуск продолжительностью 28 календарных дней с сохранением места работы (должности) и среднего заработка.

Работодатель сверх ежегодного оплачиваемого отпуска предоставляет дополнительные оплачиваемые отпуска, предусмотренные законодательством, в том числе:

- занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (на подземных работах, в зонах радиоактивного заражения, на других работах, связанных с неустранимым неблагоприятным воздействием на здоровье человека вредных физических, химических, биологических и иных факторов);
- работникам с ненормированным рабочим днем;

- работающим в районах Крайнего Севера и в приравненных к ним местностях.

К работе по очистке полости трубопровода допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие: медицинское освидетельствование при приеме или периодический медицинский осмотр в соответствии с приказом Министерства здравоохранения; обучение по специальности в учебно-курсовом комбинате; вводный инструктаж по охране труда; специальное обучение по охране труда и проверку знаний постоянно-действующей комиссией в установленном на предприятии порядке; инструктаж на рабочем месте.

4.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Работы по подготовке, а также по запуску и приему ОУ должны выполняться под руководством ответственных лиц. Ответственными за подготовку и проведение этих работ назначаются инженерно-технические работники линейно-эксплуатационной службы.

Ответственные за подготовительные работы и работы по запуску и приему ОУ несут ответственность за выполнение в полном объеме мер безопасности, предусмотренных в "Инструкции по очистке полости участка магистрального трубопровода".

Ответственный за проведение работ по запуску и приему ОУ несет, кроме того, ответственность за правильность выполнения технологических операций по очистке полости, за достаточную квалификацию лиц, привлеченных к выполнению работ, за полноту и качество их инструктажа на рабочем месте, за правильное техническое руководство работой и соблюдение работающими мер безопасности.

Непосредственные исполнители указанных газоопасных работ несут ответственность за выполнение всех мер безопасности, предусмотренных в соответствующих должностных инструкциях и инструкциях на рабочем месте.

Права и обязанности ответственных лиц за подготовку и проведение газоопасных работ по запуску и приему ОУ, а также непосредственных исполнителей работ должны быть изложены в инструкции по очистке полости участка трубопровода.

Работы по запуску и приему ОУ должны, как правило, производиться в дневное время. Производство работ в ночное время, выходные и праздничные дни допускается лишь в порядке исключения и при условии организации за ними усиленного контроля.

При производстве работ по запуску и приему ОУ должна быть обеспечена телефонная или радиосвязь места работ, а также всех постов и бригад с ответственным за проведение работ и с диспетчером.

До начала газоопасных работ должны быть обеспечены безопасные условия для людей, работающих в опасной зоне на прилегающей территории, на соседних установках и цехах.

Во избежание несчастных случаев направляемый на работу персонал должен иметь соответствующую подготовку, пройти производственный инструктаж, ознакомиться с правилами внутреннего распорядка, общими правилами техники безопасности и с безопасными методами работы при обслуживании объектов КПП СОД, а также с методами оказания первой помощи.

Персонал должен быть обеспечен спецодеждой, изготовленной из материалов, не накапливающих статическое электричество, изолирующими шланговыми противогазами, спасательными поясами и канатами и другими средствами индивидуальной защиты, необходимыми инструментами, приспособлениями, приборами .

Если возможности обеспечить безопасность на прилегающих территориях отсутствуют, люди, работающие на этих территориях или установках, на время производства газоопасных работ должны быть удалены в безопасную зону [44].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Заключение

Целью данного дипломного проекта являлось повышение эффективности очистки внутренней полости магистрального нефтепровода.

Таким образом, при выполнении дипломного проекта были решены следующие основные задачи:

- определены силы, действующие на ОУ во время очистки;
- выполнен расчет усилий резания возникающих во время очистки;
- подобран угол резания парафино-смолистых отложений;
- предложена технология восстановления чистящих дисков;
- произведено технико-экономическое обоснование эффективности проекта.

					Модернизация оборудования очистных устройств для очистки внутренней полости нефтепровода		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Шаламов В.В.				Лит.	Лист
							Листов
Консульт.							82
							102
					НИТПУ, ИШПР, ОНД, группа 2БМ71		

Список источников и литературы

1. Вайншток, С. А. Трубопроводный транспорт нефти и газа. / С.А. Вайншток, В.Ф. Новосёлов.— М.: Недра, 2004г. — 336с.
2. Энциклопедия полимеров, в 2-ух т. Т. 1.— М., 1972—74
3. Коршак, В. В. Технология пластических масс./ — М.: 1972г. — 303с.
4. Бюист, Д. М. Композиционные материалы на основе полиуретана. / Д. М. Бюист.— М.: Химия, 1982г. — 238с.
5. Липатова, Т. Э. Взаимодействие уретановой группы с оловоорганическими катализаторами. / Т. Э. Липатова, Л. А. Бокало, А. Л. Сиротинская.—1971г.—№8—С.68—70.
6. Саундерс, Дж. Х. Химия полиуретанов. / Дж. Х. Саундерс, К. К Фриш.— пер, с англ.,— М., 1968г.
7. Каргин, В. А. Краткие очерки по физике-химии полимеров. / В. А. Каргин, Г. Л. Слонимский.— 2 изд., М.: —1967г.
8. Тагер, А. А. Физикохимия полимеров. / А. А. Тагер.— М.: Химия, 1978г.—544с.
9. Семчиков, Ю. Д. Высокомолекулярные соединения. / Ю. Д. Семчиков — М.: Академия, 2003 г.—367 с.
10. Яблонский, Н. С. Переработка полимерных материалов и применение их в машиностроении. / Н. С. Яблонский.— Л.: ЛПИ, 1980 г.—77с.
11. Русака, О. Н. Безопасность жизнедеятельности в техносфере: учеб. пособие / О. Н. Русака, Л. Н. Горбунова, В. Я. Кондрасенко, А. А. Калинин, К. Д. Никитин, А. И. Жуков ; Ред О. Н. Русака, В. Я. Кондрасенко ; Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2001. — 431 с.
12. Горбунова, Л. Н. Безопасность и экологичность проекта: методические указания по преддипломной практике для студентов специальностей 1509 — «Механизация перегрузочных работ » и 1709 — «Подъёмно —

					Модернизация оборудования очистных устройств для очистки внутренней полости нефтепровода		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Шаламов В.В.				Лит.	Лист
							Листов
							83
							102
Консульт.					НИТПУ, ИШПР, ОНД, группа 2БМ71		

13. Тугунов, П. И. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов: учебное пособие для вузов / П. И. Тугунов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. – Уфа: ООО «Дизайн-ПолиграфСервис», 2002. – 658 с.
14. Чугаев, Р. Р. Гидравлика: учебник для вузов / Р. Р. Чугаев. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с.
15. Арзамасов, Б. Н. Материаловедение: учебник для вузов / Б. Н. Арзамасов, В. И. Мухин и др.; Под общ. Ред. Б. Н. Арзамасов, Г. Г. Мухина. – 3-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. – 648 с.
16. Каменщиков, Ф. А. Тепловая депарафинизация скважин. / Ф. А. Каменщиков. – Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 353 с.
17. Бардик, Д. Л. Нефтехимия: научное издание / Д. Л. Бардик, У. Л. Леффер. – М.: Олимп-Бизнес, 2001 – 410 с.
18. Зеленин, А. Н. Машины для земляных работ: учеб. пособие / А. Н. Зеленин; Ред. А. Н. Зеленин. – М.: Машиностроение, 1975 – 377 с.
19. Гаврилин, И. В. Литейные композиционные материалы с металлической и керамической матрицами / И. В. Гаврилин // Литейное производство. – 1997. - №8-9. – С.24-27.
20. Эскин, Г. И. устранение структурной неоднородности композитов на основе алюминиевых сплавов с целью повышения их качества. / Г. И. Эскин, Б. И. Семенов, Д. Н. Лобков // Литейное производство. – 2001. - №9. – С.2-8.
21. Семёнов, Б. И. Освоение композитов – путь к новому уровню качества материалов и отливок. / Б. И. Семенов // Литейное производство. – 2000. – №8. – С.6-9.

22. Пат. 2177047 Российская Федерация, МПК7 С 22 С 1/02. Способ получения сплава на основе алюминия / В. А. Моисеев, В. В. Стацура, Ю. И. Гордеев, В. В. Летуновский; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Корпорация «КОМПОМАШ». – №2000118829/02; заявл. 18.07.00 ; опубл. 20.12.01, бюл. – 3 с.
23. Саундерс, Дж. Х. Химия полиуретанов. / Дж. Х. Саундерс, К. К. Фриш – М.: Химия, 1968. – 470 с.
24. Омельченко, Т. В. Модифицированные полиуретаны. / Т. В. Омельченко, К. Н. Кадурина – М.: Химия, 1983. – 204 с.
25. ГОСТ Р 55435-2013 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация и техническое обслуживание. Основные положения
26. ГОСТ 12.0.003.-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
27. МР 2.2.7.2129-06 Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях
28. МР 2.2.8.0017-10 Режимы труда и отдыха работающих в нагревающем микроклимате в производственном помещении и на открытой местности в теплый период года
29. СанПиН 2.2.4.1294-03 Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных общественных помещений
30. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
31. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация
32. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
33. ГОСТ 12.1.046-2014 Система стандартов безопасности труда. Строительство. Нормы освещения строительных площадок
34. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

- 35.Р 3.5.2.2487-09 Руководство по медицинской дезинсекции
- 36.ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда.
Оборудование производственное. Общие требования безопасности
- 37.ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда.
Взрывобезопасность. Общие требования.
- 38.ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда.
Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
- 39.ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
- 40.РД 153-39.4-114-01. Правила ликвидации аварий и повреждений на магистральных нефтепроводах
- 41.ГОСТ Р 55435-2013 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация и техническое обслуживание. Основные положения
- 42.Приказ Ростехнадзора от 06.11.2013 N 520 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила безопасности для опасных производственных объектов магистральных трубопроводов"
- 43.Правила по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2016. – 72 с.
- 44.ГОСТ Р 54907-2012. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Техническое диагностирование. Основные положения

Приложение А

Polyurethane

Студент:

Должность	ФИО	Подпись	Дата
2БМ71	Шаламов Владислав Валерьевич		

Консультант отделения ОНД:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Медведев Валерий Викторович	д.ф-м.н., профессор		

Консультант-лингвист отделения ОИЯ ШБИП:

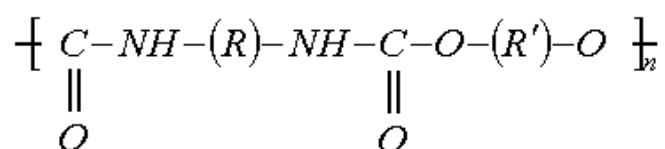
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Забродина Ирина Константиновна	к.п.н., доцент		

1.4.1 General Information

Polyurethane elastomers and plastics are widely used in various branches of technology - in mechanical engineering, railway transport, production of consumer goods - due to the large variety of combinations of mechanical and physical properties due to their chemical structure. Polyurethanes are widely used in the form of adhesives, sealants, fiber coatings and foams. The products are processed by injection molding, extrusion, foaming, spraying, fibrillation, dipping. The starting material for the production of polyurethanes are polyesters, polybutadienes, polyisocyanates. Usually polyurethane elastomers and plastics are block copolymers[9].

1.4.2 Chemical structure of polyurethane

Polyurethanes, polymers containing in the basic chain of macromolecule URETHANE groups-NH-CO-O-; general formula of polyurethane:



Their structure resembles the structure of polyamides. Indeed, both classes of polymers contain –groups. However, in polyurethane, the main bundle contains –group. The presence of an additional oxygen atom in the main chain increases its flexibility, which causes lower melting points of polyurethanes in comparison with the corresponding polyamides.

Usually polyurethanes are obtained by polycondensation or polyisocyanates with compounds containing active hydrogen atoms, for example dihydric and trihydric alcohols. This process is often called polymerization or polyaddition. For the synthesis of polyurethanes, 1,6-hexamethylene diisocyanate, 2,4- and 2,6-toluene diisocyanates, three (n-isocyanatophenyl) methane, simple and complex aliphatic or aromatic polyethers, glycols, glycerol are most often used.

Linear polyurethanes are formed by the polycondensation of diisocyanates and glycols:

The properties of polyurethanes vary widely (depending on the nature and length of the chain between urethane groups, on the structure - linear or net, molecular weight, degree of crystallinity, etc.). Polyurethanes can be viscous liquids or solid (amorphous or crystalline) products - from highly elastic soft rubber to hard plastics (Shore hardness from 15 on scale A to 60 on scale D, respectively). Polyurethanes are resistant to acids, mineral and organic oils, gasoline, oxidizing agents; hydrolytic resistance superior to polyamides. Linear Polyurethanes are soluble in some polar solvents (for example, dimethylformamide, dimethyl sulfoxide)[10].

1.4.3 Property polyurethane brand MDI

High abrasive resistance. Due to this property, polyurethanes have become known in the art. Products from polyurethane up to 50 times more durable than from rubber, plastics, in some applications - non-ferrous and ferrous metals. This durability often means that polyurethane parts can be made with a lower amount of material, require less maintenance costs, resulting in significant savings.

Shore hardness in the range of 30A-80D hardness scale. Polyurethane is one of the toughest, most abrasion-resistant elastomers, not subject to rupture under loads. In some applications, polyurethane is the only acceptable material.

High tensile strength and resistance to the spread of cuts, resistance to cuts. Products from polyurethane retain their shape and mechanical properties after application of cyclic loads.

High elasticity. Products from polyurethanes well resist repeated bends without destruction. The high strength of polyurethanes allows their use in thin layers to increase elasticity in dynamic applications.

Friction coefficient Polyurethanes can be manufactured with friction coefficients from very low, like sleeves, bearings or replaceable liners, or very

high, like tires or shafts. The natural lubricity of polyurethane allows their use with other moving parts without lubricants.

Polyurethanes remain flexible at very low temperatures and have outstanding resistance to thermal shock.

High elasticity and elasticity in a wide range of hardness, resistance to repeated deformations and bends without fracture. Elongation up to 650%.

Low residual strain at loading. Polyurethanes have a high shear load.

Good adhesion to most materials.

Good chemical resistance to oils, petroleum, organic solvents.

Excellent resistance to adverse weather conditions - moisture, ozone, ultraviolet radiation, microorganisms, the combined effects of friction and corrosive environments.

The use of polyurethanes allows reducing the weight of the product up to 50%, reducing the level of vibrations and system noise of working mechanisms in comparison with metals.

Most polyurethanes are excellent electrical insulators.

Polyurethanes are used in the form of foams, rubbers, thermoplastics, fibers, adhesives, latexes for the preparation of sealing compounds, etc. Polyurethane products are produced by the method of liquid-phase casting directly from the starting monomers or from previously prepared polymers (prepolymers)[11].

1.5 Prospects for the creation of casting composite materials such as Al – Al₂O₃×SiO₂

1.5.1 Creating composite materials

The creation of competitive products in various branches of engineering is associated with the development and mastering of technologies for the manufacture of parts from new structural materials with higher rates. Technical indicators that determine the quality and reliability of products, first of all are the strength and stiffness characteristics, and the economic are the specific strength and cost used in the production of materials. Such an approach to solving scientific and technical problems, when materials with higher service characteristics, but with lower specific weights and costs, are required, is quite understandable, but often difficult to implement. The need for the emergence of such materials exacerbates the situation of gradual depletion of deposits of elite raw materials in the bowels of the earth and the rise in prices for its production.

The solution to this problem is possible through the use of interrelated, science-based areas - metallurgical, technological and engineering.

The metallurgical solution is associated with a reasonable choice of the chemical composition of the material. Components of a composite material, and all structural materials are such, should be more affordable and cheaper. From these positions, it is necessary to recall that the known composition of the surface of the earth's crust contains approximately up to 50% SiO_2 , 30% Al_2O_3 , 10% Fe and less accessible elements Cu, Cr, Ni, Ti, W, Mo etc. The given number of percentages of elements does not claim to be highly accurate, but reflects the real existing situation in the geological and mining industry. Humanity is more intensively mastering the use of Al_2O_3 to produce Al and, on its basis, the production of various compositions. The cost of Al gradually decreases with the improvement of its production technology. A similar process is to be held in the near future to obtain Si. Aluminum, as a structural material, has limited application due to its low mechanical properties ($\sigma_{\text{B}}=5 \dots 12 \text{ kg / mm}^2$ and $E 7000 \text{ kg / mm}^2$), the increase of which is proposed due to the introduction of Al_2O_3 and SiO_2 hardening phases into composite materials, affordable, cheap oxides, with high physico-chemical characteristics.

Technological solutions are associated with the creation of perfect, less energy-intensive processes for the production of castings, blanks and parts. Analysis of existing methods for producing composite materials shows and proves by many criteria that the foundry is the oldest and to the same extent promising. The creation and further improvement of technological processes for the production of casting composite materials of the proposed chemical composition (Al matrix with hardening phase from, Al_2O_3 and SiO_2) is associated with problem solving. The existing foundry does not have the ability to create compositions of this type in a wide range of the percentage of reinforcing elements in the aluminum matrix. Further development of the theory and practice of this technology is associated with the need to solve the following tasks:

- uniform distribution of the hardening phase in the volume of the cast billet;
- optimization of the percentage of components from the standpoint of predicting the future technological properties of the casting mass;
- the influence of the size and shape of oxides on the casting properties of the composition;
- determine the main technological parameters of the production of blanks by various casting methods;
- development of the necessary technological equipment and accessories for the production of casting composite materials;

The circle of problematic technological problems is certainly wider, but the existing experience of the foundry industry helps to solve them positively.

The design and production of a promising casting composite material is possible only in a comprehensive understanding of metallurgical and technological problems. This is confirmed by the fact that the methods for calculating the future physicomechanical properties of composite materials are related to the properties of the chemical elements that make up the composition, their percentage ratio, size and shape, the center-to-center distance between the particles of the hardening phase, etc.

To date, many authors consider composite materials of three main classes: dispersion-hardened (dispersion-hardening), hardened by particles and reinforced with fiber. Compositions hardened by dispersed particles (our case) are characterized by the fact that the particle size of the oxides in them exceeds 0.1 μm , and their concentration is sought to increase by more than 15%. Some authors note that the dispersed phase increases the constraint of the matrix, is deformed in plastic compositions, provides hardening in fragile compositions. This statement is true only for the case when there are no strong chemical bonds between the components, and then the dispersed particles cannot be called the hardening phase, but act as a filler[12].

1.5.2 Conditions of interaction of components in foundry composite materials

The development of a theoretically sound technology for producing high-quality casting composite materials, based on aluminum-oxide, is associated with clarifying the interaction between solid (or liquid) metal-bonded bodies and solid (or liquid) bodies that are ionically bonded, such as in Al_2O_3 and SiO_2 .

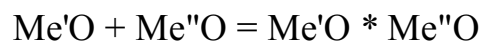
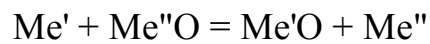
In order for the dispersed particles of these oxides to play the role of a hardener, and not a filler, it is necessary to strengthen their adhesion strength with the aluminum matrix.

When considering the adhesion of the metal matrix with dispersed oxides, as a rule, two values are distinguished - the adhesion work and the adhesion force.

The adhesion force is of great practical interest precisely as a technological characteristic and can provide information about the mechanism of interaction between the materials of a composition in the process of creating casting composite materials. The work of adhesion (adhesion work) characterizes the processes and forces that led to the adhesion of dissimilar materials when one of them is in a liquid state. A possible mechanism for improving the wettability and increasing the work of adhesion is the flow of reaction processes in the contact zone with the participation of oxygen. Analysis of the accumulated data suggests

that at the metal-oxide interface, the interaction proceeds in two stages - dissociation: oxide and then, metal oxidation. Therefore, metals can wet oxides when they are oxidized in contact with oxides. Oxygen for oxidation can be taken from the atmosphere, or as a result of the release of oxide during dissociation, in contact with the metal at high temperatures. For the formation of a durable compound, it is necessary that between the oxide created on the matrix metal ($A_{12}O_3$) and the dispersed oxide particles ($A_{12}O_3$; SiO_2) there should be a solubility or the formation of a new chemical compound.

The nature of the interaction between the metal matrix and the dispersed oxides can be determined from the general equations:



that thermodynamic can be expressed through isoplastic-isothermic potential ΔZ :

The value of ΔZ_T is determined by the formula:

$$\Delta Z_T = \Delta H_T - T \Delta S_T \quad (8)$$

where ΔH_T , ΔS_T – Change of enthalpy and entropy in the formation of this substance from the elements at a temperature of T. at $\Delta Z_{B3} > 0$ interaction is impossible, at $\Delta Z_{B3} < 0$ interaction is possible.

The interaction between oxides is, as a rule, thermodynamically possible at relatively low temperatures, rather than with the interaction of a metal with an oxide, i.e. with less energy cost.

In the case of contact of a ceramic particle with a pure metal, two more limiting interaction stages appear - oxygen delivery for oxidation of the matrix metal and the process of oxidation of the metal in the zone of contact with the ceramic particle, and then the desired (beneficial) chemical interaction of oxides can begin. A lot of the stage process takes the necessary time and energy.

The time required for the flow of the proposed and specified processes of interaction of the Al matrix with particles of oxides Al and Si in the production of casting composite materials is sufficient. This is due to the duration of mixing in order to eliminate the structural heterogeneity of the composites. In this regard, there are no problems with the delivery of oxygen to the contact zone of interaction, since adsorbed ions and oxygen atoms are always present on the surface of oxide particles. In addition, there is plenty of time to go through the stages of dissociation of the oxide and then oxidize the matrix metal in the zone of interaction between the components, and it remains to identify the energy parameters required for these processes.

The adhesion strength (σ_C) of interacting materials can be represented as:

$$\sigma_{CH} = F(\sigma_H; \sigma_M; \sigma_{\text{Van der Waals}}, \sigma_B), \quad (9)$$

where is σ_H ; σ_M ; $\sigma_{\text{Van der Waals}}$, σ_B – - bonding forces of chemical and mechanical interactions, van der Waals forces and internal stresses.

The forces of chemical interaction between the atoms of the matrix materials and the hardening phase, which determine the bond strength between them, are the most durable (up to 10^7 J/mol) and desirable in organizing the process of forming materials and parts from composite materials.

Due to their physical nature, the mechanical forces of the mechanical material of the matrix for the micro and macro irregularities of the surface of the hardening phase particles cannot reach greater and are not stable with existing methods for manufacturing dispersed phases of hardening particles of aluminum and silicon oxides. At present, in many ways of manufacturing composite materials, it is necessary to use the forces of mechanical entrainment, but further development of technologies in this field requires, for many reasons, to achieve conditions for greater development of chemical interaction forces.

The strength of adhesion due to the van der Waals bond forces is always present when creating a composition. Van-der-Waals forces can reach a significant

value (up to 10^3 J/mol) and be “responsible” for the adhesion strength of the matrix and hardener materials.

Maximum possible strength of coupling (σ_M) is reached in the case when on all surface of physical contact between atoms of materials of a matrix and the hardening forces of chemical interaction will be manifested. In addition, the area of physical contact must also be maximum, i.e. $N_0/N_F = 1$, where N_0 and N_F are the number of atoms in the surface layer and the number of atoms that have entered physical contact. The number of atoms that formed the connection N_C be equal to N_0 , i.e. $N_C/N_0 = 1$ and, accordingly, $N_C/N_F = 1$. This means that all the atoms of the surface layer on the side of the Matrix and the Hardener entered into physical contact and formed chemical connections.

As it is known, formation of interatomic connections occurs on active centers which can be atoms of a superficial layer with free connections. Therefore, it is necessary to have free connections for each atom on all area of physical contact on the part of materials of a matrix and the Hardener. Since the energy of chemical bonds in order of magnitude is equal to $1/4:1/2 \text{ } \epsilon_B$ in connection, the simplest estimate gives the opportunity to

Calculate, for example, that for three-dimensional crystal with the number of connections from four to six the energy of the formation of one vacancy equals 2-3 In.

The activation energy required by the atoms of the surface layer for the formation of free bonds, can be reported in advance, in the process of creating KM or after it in a variety of ways: mechanical and thermal activation, electrical And many other techniques and combinations.

The energy of Interaction U_P necessary for formation of chemical interaction, should consist of the energy spent on convergence of atoms of the connected materials to their physical contact U_A , and the energy of activating the process of destroying U_A atoms of matrix materials and hardener. Therefore, the main condition for full chemical interaction on the entire contact surface ($N_C/N_F =$

$N_C/N_0 = 1$) will be the fulfillment of the equality of energy, which is supplied during the connection of materials, i.e.

$$U_V = U_F + U_A. \quad (10)$$

The difficult point is the determination of the energy required to establish the physical contact U_P between the atoms of the connected materials. This difficulty is primarily due to the fact that the contact surfaces are always covered by chemisorbed and adsorbed layers that prevent the physical contact of atoms connected.

In order to determine the energy required to establish a physical contact U_P , it is necessary to know the thickness and chemical composition and adsorbed layers, the energy of activation of the process of destruction of atomic or molecular bonds adsorbed $U_{0,ADC}$ and chemisorbed $U_{0,XEM}$ layers, their mechanism of destruction. If we consider the mechanism of destruction of these layers at the micro level (separation of one atom or one molecule after another), the necessary energy for the formation of physical contact can be expressed as

$$U_{\Phi H3} = U_{0,H} \times N_H + U_{0,ADC} \times N_{ADC}, \quad (11)$$

where N_H , N_{ADC} is the number of atoms or molecules in chemisorbed or adsorbed layers.

Actually the mechanism of destruction occurs both at the specified microlevel, and at a macrolevel. Macro level involves removing macro volumes from the contact surface. For chemisorbed layer of oxides prevails fragile mechanism of destruction, there are cracks, chipped. Therefore, the energy of activation of the process of destruction in this case should be calculated for the atoms located on the surface of cracks and layers, and therefore, its value will be much less than in the case of calculation of destruction at the micro level. Therefore, the complexity of knowing the mechanism of destruction for specific methods of creating composite materials explains the difficulty of accurately calculating the energy required to establish physical contact. The calculation

results show that the main part of the energy in the process of creating composite materials should be spent on the implementation of the physical contact of the materials being joined.

Maximum adhesion strength σ_{MAX} is possible when all the atoms of the surface layer on the side of the Matrix and Harden-La entered into physical contact and formed chemical links. In this $\sigma_{MAX} \approx \sigma_B$ – tensile strength of the less durable of the connected materials. This situation can occur when the energy $U_{ПОД}$ when creating KM will be sufficient for the interaction of materials in the contact area, i.e.

$$U_P \approx U_V$$

The amount of input energy in the process of creation of KM basically consists

of mechanical U_{MEX} and thermal $U_{ТЕП}$ Energy materials Matrix and hardener, as well as electrical energy in the area of interaction $U_{ЭЛ}$, ie

$$U_P = U_M + U_T + U_E. \quad (12)$$

Based on the above, the strength of adhesion due to the forces of chemical interaction can be determined by the following dependence:

$$\sigma_H = \sigma_M \times \exp\left(\frac{1 - U_{B3}}{U_{ПОД}}\right) \quad (13)$$

Results of experimental data, received by authors, confirm reliability of the presented mathematical expression[13].

Description of the Invention

The technical result of this invention is the development of the method of obtaining the alloy on an aluminium basis with high structural uniformity.

The technical result is ensured by the fact that in the method of obtaining an alloy on the basis of aluminum, according to which melt the aluminum base, enter at least one additive, stir the melt and cool it, the new is that as an additive Use metal oxide, the melting temperature of which is higher than the melting point of aluminum, and the additive is introduced in the form of fine powder with particle sizes from 0.001 to 0.1 microns; Particle additives are injected into the melt of the base, warmed to a temperature that exceeds the temperature of the melt base, and the additive is injected in the amount of 1-15% of the mass of the melt.

If the particle size of the additive is less than 0.001 μm , it is very difficult to achieve a uniform distribution of the base due to the high level of their surface energy and propensity to coagulation.

At increase in size of particles more than 0.1 microns, their quantity sharply decreases (on the average on three orders) that leads to increase of structural heterogeneity, reduction of durability and operational properties of a material and the products made of it.

If the number of additives (additives) is less than 1%, the required strength and performance characteristics of the material are not achieved, as well as its plastic properties are significantly reduced, and if the number of additives (additives) is more than 15%, the significant Increase in strength does not occur, but increases the likelihood of brittle destruction.

Materials of this group provide the most complete flow of processes of dispersion intercrystalline hardening at the minimum fluctuations (on volume) of internal stresses. As additives (additives) oxides of titanium, zirconium, tungsten, tantalum, chromium and other refractory materials can be used.

The method of obtaining an alloy on the basis of aluminium is carried out as follows.

In the furnace (or crucible) melt the aluminum base and withstand

It, for example, at a temperature of 850 ° C. Further in a melt of a basis enter (fall asleep) necessary quantity of additive (additives), for example, 15% from weight of a melt. The additive is injected in the form of ultra-dispersed powder of metal oxide (for example, silicon oxide). Before filling in a melt of a basis, a powder of a silicon oxide heat up to temperature, for example 970 °c. After the introduction of the additive, the melt is stirred until the evenly distributed particle additive in the molten base material. The mixing process itself is known, so the application materials are not disclosed in detail. Mixing can be carried out, for example, by means of influence on a melt by ultrasound. After stirring the melt, it is cooled. The obtained alloy is ready for use or further processing.

The number of additives and their types determine, based on the required properties of the alloy, based on aluminum.

Example 1. In the heated melting furnace capacity load aluminum in quantity, melt it, raise the temperature of the melt to 669 °c, mixing melt, injected into it fine particles of silicon oxide, pre-warmed to a temperature of 850 ° C. Particle sizes are in the range of 0.0005-0.008 microns, the mass of particles added-62.5 kg. After the mixing is finished, the melt is poured into the moulds and after cooling the material is produced in which the silicon oxide part remains in the grain volume and the remaining particles are evenly distributed along the grain boundaries, providing the required strength Material performance.6000 кг4500 кг

Example 2.

In the melt aluminum base are added ultra-dispersed particles of aluminum and silicon oxide in the amount of 15% of the melt mass (10%- aluminum oxide and 5%-silicon oxide). Before the introduction of the particle heated to a temperature exceeding the melting point of the matrix material, for example, to (850-900) ° C. After introduction of hardening additives of oxides in a melt of

aluminium carry out mixing of a mix up to uniform distribution of oxides on volume of a melt.

By results of measurements of durability of samples of the obtained alloy the increase of the strength limit from 200-220 MPA to 350-400 Mpa and increase of the module of normal elasticity to 8000-10000 MPA is established. Increase in temperature of particles of oxides which are entered in a melt of aluminium from 25 ° c to 875 ° c, allows to increase durability of the received material in 1, 5-2 times.[14]

Subject of invention

The first method of producing an aluminum-based alloy, which includes melting the aluminum base, introducing at least one additive into it, mixing the melt and cooling it, characterized in that metal oxide is used as an additive, the melting point of which is higher than the melting point of aluminum introduced as a fine powder with a particle size of from 0.001 to 0.1 μm , heated to a temperature exceeding the temperature of the base melt.

The second method differs from the first one in that the additive is introduced in the amount of 1-15% by weight of the melt [14].